16+

Инженерно-технологические и прикладные исследования

I МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОО ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА | www.scipro.ru

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА

Инженерно-технологические и прикладные исследования

Сборник научных трудов
по материалам I Международной научно-практической конференции

7 ноября 2017 г.

www.scipro.ru
Москва, 2017

УДК 001
ББК 72

Главный редактор: Н.А. Краснова
Технический редактор: Ю.О.Канаева

Инженерно-технологические и прикладные исследования: сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, 7 ноября 2017 г. Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017. 750 с.

ISBN 978-1-370-46034-2

В сборнике научных трудов рассматриваются актуальные вопросы развития техники и инноваций по материалам I Международной научно-практической конференции **«Инженерно-технологические и прикладные исследования»** (7 ноября 2017 г.).

Сборник предназначен для научных и педагогических работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Все включенные в сборник статьи прошли научное рецензирование и опубликованы в том виде, в котором они были представлены авторами. За содержание статей ответственность несут авторы.

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ** по договору No 2819-10/2015К от 14.10.2015 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте www.scipro.ru.

УДК 001
ББК 72

ISBN 978-1-370-46034-2
9 781370 460342

© Редактор Н.А. Краснова, 2017

© Коллектив авторов, 2017

© НОО Профессиональная наука, 2017

© Smashwords, Inc., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ 6

Солянина Е.Ю. Анализ стандартов передачи биомедицинской информации и принципов построения современных телемедицинских систем 6

Солянина Е.Ю. Анализ существующих видов телемедицинской информации и способов её хранения, обработки и передачи 38

Солянина Е.Ю. Исследование перспективных биомедицинских систем 74

СЕКЦИЯ 2. ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО 105

Шамшин А.В. Порядок организации и проведения метрологического надзора в строительстве..... 105

Шамшин А.В. Управление несоответствиями в строительстве. 112

СЕКЦИЯ 3. КОМПЬЮТЕРНАЯ И КОММУНИКАЦИОННАЯ ТЕХНИКА 124

Щитов А.Н. Анализ основных технологий взаимодействия в распределенных системах: их достоинства и недостатки 124

Щитов А.Н. Вариант автоматизированной системы мониторинга риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах..... 159

Щитов А.Н. Вариант организации сети широкополосного доступа для предоставления три-плей услуг 200

Щитов А.Н. Вариант построения системы диспетчерского контроля и диспетчерской централизации для участка железной дороги 227

Щитов А.Н. Телекоммуникационная фаза проектирования корпоративной сети 260

СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ 296

Костылева В.В., Муртазина А.Р., Разин И.Б., Миронов В.П. Анализ структурных модулей и функциональных возможностей САПР легкой промышленности 296

СЕКЦИЯ 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ 310

Капустин М.С., Павлова А.В., Телятников И.С. Моделирование напряженно-деформированного состояние упругого основания, взаимодействующего с поверхностными и заглубленными источниками вибрации 310

СЕКЦИЯ 6. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ 320

Харьковский В.М. Гидрохимические исследования Таганрогского залива и Азовского моря зимой 2017 г. 320

СЕКЦИЯ 7. ТЕХНОЛОГИИ 327

Шевцов А. Н., Коптев Д. С. Методика анализа сегментов телекоммуникационной сети для решения задачи её эффективного использования 327

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С. Вариант построения системы внутренней оперативной связи и оповещения для предприятия 361

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С. система оповещения муниципального образования на примере с. Фитиж Курской области 395

Щитов А.Н. Анализ существующих средств связи и разработка варианта построения системы транкиговой связи..... 430

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Щитов А.Н. Разработка манипулятора с указанием абсолютной позиции на датчике с частотным выходом 460

СЕКЦИЯ 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 491

Гафарова Е.А. Применение творческих задач в обучении как необходимое условие для развития индивидуальной креативности – теоретические подходы 491

Чеснокова Е.А. Тенденции развития корпоративного обучения в сервисной деятельности 498

СЕКЦИЯ 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 512

Кононова Н.В., Андрусенко Ю.А., Самокаева Т.А., Кононов Н.Б. Защита данных в системах электронной коммерции 512

СЕКЦИЯ 10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА 520

Сивцева А.И., Петрова Л.В., Алексеев А.М., Николаева А.А. Современное состояние разработки золоторудных месторождений подземным способом в условиях многолетней мерзлоты 520

СЕКЦИЯ 11. ТЕХНОЛОГИИ И СОЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ 531

Гриценко Ю. С., Дунаева А. А., Суюндукова А.А. Методы обеспечения безопасного доступа к LUN в системах хранения данных.....531

СЕКЦИЯ 12. ЦИФРОВАЯ СВЯЗЬ..... 539

Коптев Д.С., Шевцов А.Н. Этапы проектирование структурированной кабельной системы здания муниципального учреждения..... 539

Коптев Д.С., Шевцов А.Н., Щитов А.Н. Анализ технологии передачи данных по электросетям при организации сети доступа в интернет 571

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С. Задачи современных систем мобильной связи при влиянии внешних факторов на качество их функционирования 609

Щитов А.Н. Анализ типовой структуры телекоммуникационной системы малого предприятия 646

Щитов А.Н. Описание структуры инфокоммуникационной системы связи для муниципального образования 684

СЕКЦИЯ 13. ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС 711

Tokumaru K., Nedbailik S.The digital linguistics: three breakthroughs in speech sound and the adaptation/exploitation of brain mechanisms for linguistic processing 711

СЕКЦИЯ 14. ИНТЕРНЕТ И ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ 723

Совпель А.В., Серебрякова Л.М. Администрирование спортивных мероприятий по боулингу на примере веб-ресурса Белорусской Ассоциации Боулинга 723

СЕКЦИЯ 15. ТЕХНИКА И ИННОВАЦИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ 732

Ашрятов А.А., Вишневский С.А., Волков Р.Р., Казаков А.В. Проблемы световой сигнализации железных дорог 732

Тимофеева Л.М. О стандарте конструктивной безопасности транспортных сооружений 739

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

СЕКЦИЯ 1. БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 57.08

Солянина Е.Ю. Анализ стандартов передачи биомедицинской информации и принципов построения современных телемедицинских систем

Analysis of standards for the transfer of biomedical information and principles

Солянина Елена Юрьевна,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Solyanina Elena Yurievna,
Southwestern State University, Kursk

Аннотация. *Телемедицина - направление медицины, основанное на использовании компьютерных и телекоммуникационных технологий для обмена медицинской информацией между специалистами с целью повышения качества диагностики и лечения конкретных пациентов.*

Прогресс в информационных и телекоммуникационных технологиях создал базу для принципиально нового направления в организации и оказании медицинской помощи населению - телемедицины. Одновременно, стратегически важной задачей в условиях реформирования здравоохранения стала организация взаимодействия лечебно-профилактических учреждений со специализированными учреждениями здравоохранения путем дистанционного оказания высококвалифицированной помощи населению, используя современные информационно-телекоммуникационные технологии и интеллектуальный потенциал лучших клиник в условиях сокращения коечного фонда при одновременном ускорении лечебно-диагностического процесса. В настоящее время не все больные, нуждающиеся для решения вопросов диагностики и лечения в высоко квалифицированной помощи, своевременно направляются в соответствующие медицинские центры федерального или межрегионального уровней.

Концепция развития телемедицины для обеспечения дистанционной консультативной помощи экономически целесообразна и наглядно продемонстрировала свою жизнеспособность в высокоразвитых странах. Телеконсультации особенно важны в отношении социально значимых и трудно дифференцируемых заболеваний, диагностика, лечение и прогноз которых представляют значительные трудности и зачастую сопровождаются ошибками. Формирующаяся российская телемедицинская сеть обеспечивает доступ к специализированной помощи больным территориально удаленных ЛПУ. Ряд научных учреждений и регионов начали самостоятельно разрабатывать и реализовывать различные подходы к оказанию телемедицинских услуг. Расширение сети телемедицинских центров обеспечит возможность проведения телеконсультаций по широкому спектру патологии.

Ключевые слова: *телемедицина, стандарт, архитектура сети, данные.*

Abstract. *Telemedicine is a medical direction based on the use of computer and telecommunication technologies for the exchange of medical information between specialists with the aim of improving the quality of diagnosis and treatment of specific patients.*

Progress in information and telecommunication technologies has created the basis for a fundamentally new direction in the organization and provision of medical assistance to the population - telemedicine. At the same time, the organization of interaction between medical and preventive institutions

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

with specialized health care institutions through remote provision of highly qualified assistance to the population, using modern information and telecommunication technologies and the intellectual potential of the best clinics in the conditions of reducing the hospital bed, while simultaneously accelerating the diagnostic process, has become a strategically important task . Currently, not all patients who need to address the diagnosis and treatment of highly skilled care are promptly sent to appropriate medical centers at the federal or interregional levels.

The concept of the development of telemedicine for providing distance counseling is economically feasible and has clearly demonstrated its viability in highly developed countries. Teleconsultations are especially important for socially significant and difficult to differentiate diseases, diagnosis, treatment and prognosis of which are significant difficulties and are often accompanied by errors. The emerging Russian telemedicine network provides access to specialized care for patients with territorially remote health facilities. A number of scientific institutions and regions began to independently develop and implement various approaches to the provision of telemedicine services. Expansion of the network of telemedicine centers will provide the opportunity to conduct teleconsultations on a wide range of pathologies.

***Keywords**: telemedicine, standard, network architecture, data.*

Стандарт (протокол) передачи данных - это программные правила взаимодействия функциональных элементов компьютерной сети (то есть правила обмена информацией между компьютерами и периферическим оборудованием, объединенным в сеть).

Существует большое количество различных стандартов для передачи всех видов медицинской информации: ASTM, ASC X12, IEEE/MEDIX, NCPDP, HL7, DICOM и т.п.

Поэтому все более остро встает вопрос о создании единого стандарта обмена медицинскими данными.

Каждая группа по разработке стандартов имеет некоторую специализацию, так ASC X12N занимается внешними стандартами обмена электронными документами, ASTM E31.11 - стандартами обмена данными лабораторных тестов, IEEE P1157 стандартами обмена медицинскими данными («MEDIX»), ACR/NEMA DICOM стандартами, связанными с обменом изображений и т.д.

Наиболее серьезные и интенсивно развивающиеся стандарты находят программно-аппаратную поддержку у таких крупных производителей медицинской техники, как Philips, Siemens, Acuson и другие.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Далее перечислены наиболее часто используемые в мире стандарты передачи информации. Американский Национальний Институт Стандартов (ANSI):

- ANSI X3.30 1985 Представление календарной и порядковой даты.

- ANSI X3.4 1986 Таблица кодов символов - Американский национальный стандартный код для обмена информацией (7-битовая таблица ASCII).

- ANSI X3.43 1986 Представление местного времени дня для обмена данными в информационных системах.

- ANSI X3.50 1986 Представление единиц измерения системы СИ (SI), традиционных единиц измерения США и других единиц в системах с ограниченным набором символов.

- ANSI X3.51 1986 Представление универсального времени, сдвигов местного времени, а также часовых поясов США для обмена информацией.

Международная организация стандартов (ISO):

- ISO 5218 1977 Обмен информацией - представление пола человека.

- ISO 1000 1981 Единицы измерения системы СИ и рекомендации по использованию их кратных и других единиц.

- ISO 2955 1983 Обработка информации - представление единиц измерения СИ и других единиц в системах с ограниченным набором символов.

- ISO 8072 1986 Сетевые стандарты.

- ISO 8601 1988 Элементы данных и форматы обмена - обмен информацией (представления даты и времени).

- ISO 8859 1988 Обработка информации - 8-битовые однобайтовые таблицы кодов графических символов.

- ASTM E31.12 - стандарт представления клинических лабораторных тестов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- ASTM E1467-91 - стандарт передачи цифровой нейрофизиологической информации в независимых компьютерных системах.

- ASTM E1394 - стандарт обмена данными между диагностической аппаратурой и компьютерными системами [1].

В США, в 1996 году Американским национальным институтом стандартов (ANSI) был утвержден национальный стандарт обмена медицинскими данными в электронном виде - HL7 (Health Level 7). Цели стандарта HL7:

- облегчение взаимодействия компьютерных приложений в учреждениях здравоохранения;

- обмен внешними данными;

- стандартизация обмена данными между медицинскими компьютерными приложениями, при которой исключается или значительно снижается необходимость в разработке и реализации специфичных программных интерфейсов;

- поддержка электронного обмена информацией в здравоохранении при использовании широкого спектра коммуникационных сред, включая и значительно менее полные по сравнению с моделью OSI (Open System Interconnection - взаимодействие открытых систем);

- стандартизации обмена данными.

Стандарт HL7 предназначен для облегчения взаимодействия компьютерных приложений в учреждениях здравоохранения. Его основная цель состоит в такой стандартизации обмена данными между медицинскими компьютерными приложениями, при которой исключается или значительно снижается необходимость в разработке и реализации специфичных программных интерфейсов, требующихся при отсутствии стандарта. Эта основная цель может быть подразделена на более частные цели:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1) Стандарт должен поддерживать обмен информацией между системами, функционирующими в самом широком спектре технических средств. Его реализация должна оставаться достаточно практичной для широкого круга языков программирования и операционных систем. Он должен также поддерживать коммуникации в условиях применения разнообразных средств телекоммуникации, начиная от тех, что полностью совместимы с 7-уровневым стеком протоколов модели OSI, до примитивных соединений «точка-точка» по протоколу RS-232C и передачи пакетов данных на внешних носителях, например, гибком диске или магнитной ленте.

2) Немедленная передача простых трансакций должна поддерживаться наряду с передачей файлов, состоящих из нескольких трансакций;

3) Должна быть достигнута наибольшая возможная степень стандартизации, совместимая с местными вариациями формата отдельных элементов данных и их использования. Стандарт должен включать в себя возможность местных вариаций. К ним должны относиться по меньшей мере местные таблицы значений, определения кодов и местные сегменты сообщений (например Z-сегменты стандарта HL7).

4) Стандарт должен обеспечивать постепенное расширение по мере выявления новых требований. Сюда относится поддержка процесса добавления расширений и перехода к новым версиям в существующих операционных средах.

5) Стандарт должен быть построен на основе опыта разработки и внедрения существующих производственных протоколов и принятых в промышленности стандартных протоколов. Однако он не должен предоставлять преимущество частным интересам отдельных фирм в ущерб интересам других пользователей стандарта HL7. В то же время стандарт HL7 должен обеспечить

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

индивидуальному производителю возможность выйти на рынок со своими собственными продуктами.

6) Хотя в настоящем виде стандарт ориентирован на больничные информационные системы, в долгосрочном плане целями стандартизации должны быть определение форматов и протоколов для прикладных компьютерных систем всего здравоохранения.

7) Сама природа разносторонней деловой активности в системе здравоохранения исключает возможность разработки универсальной модели как процесса, так и данных, которые могли бы обеспечить описание целевой среды в стандарте HL7. Кроме того, стандарт HL7 не включает априорных предположений об архитектуре информационной системы в здравоохранении и не пытается решить проблему архитектурных различий этих систем. Уже в силу этих причин стандарт HL7 не может быть стандартом взаимодействия типа «поставил-заработало» («plug and play»). Упомянутые выше различия в местах применения стандарта HL7 могут потребовать выработки дополнительных соглашений между соответствующими учреждениями.

8) Рабочая группа HL7 была заинтересована в скорейшей разработке стандарта. Выполнив эту задачу, рабочая группа HL7 разработала также инфраструктуру, обеспечивающую принятие решений на основании консенсуса, и вошла с предложением к Американскому национальному институту стандартов ANSI зарегистрироваться как Аккредитованная организация по стандартизации (ASO - Accredited Standards Organization).

9) Приоритетом Рабочей группы HL7 стало взаимодействие с другими организациями, занимающимися стандартизацией в здравоохранении (например, ACR/NEMA DICOM, ASC X12, ASTM, IEEE/MEDIX, NCPDP и др.). Рабочая группа HL7 принимает участие в работе комитета HISPP (Health

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Information Systems Planning Panel) Института ANSI с момента его создания в 1992 году [2].

Имя X12 присвоено семейству стандартов, предлагающих как общие, так и частные описания для обмена данными внутри значительного числа отраслей. Правила кодирования стандарта HL7 ведут свое происхождение от стандартов X12, хотя между ними и имеются некоторые различия. Это связано с необходимостью учитывать в стандарте HL7 онлайновый обмен индивидуальными трансакциями по локальным сетям компьютеров.

Данное отличие и некоторые другие прикладные аспекты и вызывают отличия от стандартов X12. Комитет X12 недавно принял решение следовать правилам кодирования стандарта ЭДИФАКТ-ООН (UN/EDIFACT) для всех стандартов X12, выпущенных в 1995 году и последующих годах.

Однако в настоящее время это решение не требует ретроспективного пересмотра всех существующих стандартов X12 по наборам трансакций. В настоящее время бурно активизировалось использование трансакций стандарта X12N, облегчающих обмен счетами на оплату лечения и информацией о денежных переводах, а также координацию страховых выплат, регистрации клиентов и верификации. Рабочая группа HL7 приняла к сведению, что все деловые трансакции между учреждениями, затрагивающие обмен счетами, выплаты и другую финансовую информацию относятся к сфере деятельности страхового подкомитета ASC X12N. Как Рабочая группа HL7, так и подкомитет ASC X12N являются членами

Подкомитета разработчиков стандартных сообщений HISPP Messaging Standards Developers Subcommittee института ANSI. В феврале 1994 года Рабочая группа HL7 и Комитет X12 подписали соглашение об "усилении координации работ и определении технических вопросов, которые должны быть гармонизированы. Обе группы договорились перейти на соответствующий

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

уровень согласования пересекающихся работ, привлекая пользователей и участников процесса стандартизации и учитывая требования ожидаемой реформы здравоохранения [3].

Активное взаимодействие между Комитетом ASTM и Рабочей группой HL7 привело к небольшим изменениям в спецификации ASTM, улучшающим совместимость, к изменениям в спецификациях управления в стандарте HL7, также направленным на улучшение совместимости, а также к разработке целой главы стандарта, Передача результатов параклинических отделений, которая была разработана совместно на основе стандартов ASTM. Это взаимодействие теперь доведено до состояния, при котором каждая из двух указанных выше групп по стандартизации имеет разрешение свободно использовать в своих публикациях не только выдержки, но и «полное» содержание работ по стандартизации, выполняемых другой группой [4].

Комитет MEDIX определяет рамки протокола прикладного уровня аналогично стандарту HL7, но при этом строго опирается на стек протоколов ISO, включая элемент сервиса удаленных операций ROSE (Remote Operation Service Element). В отличие от этого стандарт HL7 не зависит от ROSE и не использует нотацию синтаксиса BER стандарта ASN.1. Несмотря на различие подходов, рабочая группа HL7 регулярно взаимодействует с Комитетом MEDIX. Она приняла для стандарта HL7 формат, который относительно независим от выбранных правил кодирования и легко позволяет выполнить преобразование в нотацию ASN.1. Определенные таким образом трансакции должны быть непосредственно переносимы на язык определений стандарта MEDIX, а сообщения, передаваемые в рамках трансакций и закодированные по правилам стандарта HL7, должны быть транслируемыми в кодировку на основе правил BER. Это должно облегчить создание шлюзов между стандартом HL7 и его будущим окружением.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Кроме того, Рабочая группа HL7 и Комитет MEDIX договорились о направлении конвергенции стандартов, которое должно осуществляться на уровне определения абстрактного сообщения стандарта HL7. Далее, Комитет MEDIX согласился использовать определения абстрактного сообщения версии 2.1 стандарта HL7 как отправную точку для определений сообщений в стандарте MEDIX. Как Рабочая группа HL7, так и Комитет MEDIX являются членами Подкомитета разработчиков стандартных сообщений HISPP Messaging Standards Developers Subcommittee института ANSI [5].

Другим интенсивно равзивающимся глобальным медицинским стандартом является DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine, цифровые изображения и обмен ими в медицине).

Первая версия данного стандарта была разработана Американским Колледжем Радиологии (American College of Radiology, ACR) и Национальной ассоциацией производителей электронного оборудования (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) в 1985 году. DICOM - это индустриальный стандарт для передачи радиологических изображений и другой медицинской информации между компьютерами, опирающийся на стандарт Open System Interconnection (OSI), разработанный Международной организацией по стандартам (International Standards Organization, ISO).

Стандарт DICOM описывает паспортные данные пациента, условия проведения исследования, положение пациента в момент получения изображения и т.п. для того, чтобы впоследствии было возможно провести медицинскую интерпретацию данного изображения.

Стандарт позволяет организовать цифровую связь между различным диагностическим и терапевтическим оборудованием, использующимся в системах различных производителей. На основе DICOM с использованием стандартного протокола (например, TCP/IP) могут включаться в единую

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

телемедицинскую сеть: БРС, Компьютерные (КТ) и Магнитно-резонансные Томографы (МРТ), микроскопы, УЗ-сканеры, общие архивы, серверы и пользовательские компьютеры от разных производителей, расположенные в одном городе или нескольких городах.

С использованием DICOM можно проводить различные медицинские исследования в территориально-распределенных диагностических центрах с возможностью сбора и обработки информации в нужном месте.

Стандарт DICOM версии 3.0 (окончательно выпущена в 1993 году) предназначен для передачи медицинских изображений, получаемых с помощью различных методов лучевой и иной диагностики (общее количество совместимых методов - 29). Данный стандарт получил широкое распространение в США, Японии, Германии и других странах.

Стандарт DICOM 3 распространяется на передачу растровых медицинских изображений, получаемых с помощью различных методов лучевой диагностики. Он получил широкое признание не только в США, но и во многих других странах, в том числе европейских [6].

К современным телемедицинским системам предъявляются следующие требования:

- мобильность (система должна как можно меньше ограничивать перемещение пациента);

- универсальность (система должна иметь возможность работы с большим количеством разных диагностических устройств);

- комплексность (система должна работать со всеми необходимыми диагностическими устройствами одновременно);

- доступность (должен обеспечиваться широкий охват населения – потенциальных пользователей).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- расширяемость (возможность развития и расширения возможностей системы с учётом новых медицинских исследований, методик и разработок).

Основное требование мобильности - пациент должен быть как можно менее стеснён в движениях и возможностях, которые ему предоставляет его обычная жизнь. Он должен быть свободен от необходимости частых посещений лечащих врачей и, самое, главное, нахождения в стационаре для проведения обследований организма и наблюдения за состоянием здоровья. Пациент должен иметь возможность снимать показания приборов в удобном для себя месте в удобное для себя время. Только в этом случае он сможет длительное время проходить медицинское обследование и контролировать своё состояние самостоятельно. Только таким образом врачи смогут постоянно и в реальном времени получать данные о состоянии здоровья своих больных.

Из вышеперечисленного можно выделить сразу два требования к разрабатываемой системе – требование универсальности и требование комплексности системы.

Требование универсальности создаёт необходимость систематизации сбора данных. При этом собираемые данные должны быть как можно более полными и включать в себя все возможные для используемых устройств и необходимые для адекватной оценки состояния здоровья параметры. Для удовлетворения этого требования и связанных с ним необходимостей необходимо создание единого формата сбора данных. Данные должны вводиться на устройстве связи, а затем оправляться по каналам связи в диагностический центр, где они должны собираться в единую базу данных.

Требование комплексности удовлетворяется путём создания гибких форм сбора данных – обширных, динамически изменяемых опросников, которые будут включать в себя все необходимые параметры, как бы много их не было. Эти опросники должны корректироваться в каждом конкретном случае и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

включать только те параметры, которые необходимы для наблюдения за состоянием здоровья конкретного пациента. Помимо этого, они должны иметь возможность по расширению или сужению круга измеряемых параметров в процессе наблюдения или лечения по мере появления или исчезновения необходимости в этом [7].

Главной характерной чертой формирования телемедицины в уходящее десятилетие двадцатого века явились множественные исследования в применении различных компьютерных и телекоммуникационных технологий для решения различных медицинских задач. Начало было положено с возникновением модемов, позволяющих передавать различную медицинскую информацию по телефонным линиям. Сначала передавались данные от электрокардиографов и других аналогичных медицинских, так называемых телеметрических приборов, затем перешли к передаче изображений. Замена низкоскоростных телефонных каналов на высокоскоростные привело к попытке использования бизнес-видеоконференций для медицины, а также к прогрессу различных систем оцифровки медицинской информации. Началось активное использование электронной почты и сети Интернет.

Все эксперименты проводились почти идентично: начальной точкой являлось формирование коммуникационной технологии, а затем попытки применения ее для решения медицинских задач. В настоящее время данный период завершается . Накоплен определенный опыт телемедицинских услуг, и стало очевидно, что ощутимый практический эффект при их проведении могут предоставить только системы, построенные на четко определенных медицинских требованиях по каждому типу диагностики и лечения и которые, исходя из данных условий применяют различные инновационные телекоммуникационные технологии.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Значит, следует создавать телемедицинскую систему, отталкиваясь от медицинских требований, а не наоборот. Телемедицинские системы обязаны стать базисной составляющей процессов диагностики и лечения и органично вписываться в технологию их проведения.

Рекомендации предназначены для организации обеспечения совместимости телемедицинских технологий, которые приведены в документе «Рекомендации по совместимости национальных консультационных телемедицинских сетей государств – участников СНГ г. Баку 23.05.2005» [5]. Они применяются в следующих направлениях телемедицины:

— телемедицинские консультации и теленаставничество (связь организуется согласно схеме «точка – точка», что обеспечивает обсуждение консультирующегося врача и врача-консультанта постановку диагноза пациенту, а также оказание методической помощи специалиста или преподавателя обучающемуся врачу или студенту);

— телемониторинг (телеметрии) функциональных параметров (связь организуется согласно схеме «многоточка– точка», в данном случае информация многих пациентов поступает в консультационный центр);

— телемедицинские лекции и семинары (связь организуется согласно схеме «точка – многоточка», при которой лектор (преподаватель) может обращаться ко всем участникам единовременно;

— телемедицинские совещания, консилиумах и симпозиумах (связь организуется с помощью многоточечной сети, вследствие чего все участники имеют возможность контактировать между собой).

В основе создания любой телемедицинской системы должны быть заложены следующие принципы:

— возможность получения объективной медицинской информации о пациенте в цифровой форме. Этот принцип реализуется посредством

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

применения современных цифровых медицинских аппаратных средств или устройствами преобразования медицинских данных в цифровую форму (в случае использования аналогового медицинского оборудования);

— возможность реализовывать просмотр, хранение, обработку, а также сбор медицинских данных больного для проведения телемедицинских консультаций. Данный принцип осуществляется посредством построения специальных телемедицинских станций, представляющих собой программно-аппаратные комплексы, содержащие средства обработки и хранения медицинских данных, средства подготовки сведений и проведения телемедицинских консультаций, средства учета и регистрации проведенных телемедицинских консультаций. Возможны два ключевых режима проведения консультаций: когда эксперту передаются данные больного, и получают от него заключение; когда осуществляется аудио-визуальный контакт консультанта и консультируемого, используя видеоконференцсвязь;

— возможность передачи медицинской информации на расстояние в самые короткие сроки. Возможность обсуждения данных сведений консультантом и получения врачебного решения по ним. Данный принцип осуществляется посредством использования различных общедоступных каналов связи. Подбор требуемых каналов зависит от многих условий, основными из которых являются: объемы передаваемых медицинских данных, удаленность телемедицинских центров от общедоступных средств телекоммуникации;

— технологии телемедицины обязаны гарантировать достоверность и полноту информации вне зависимости от расстояний, видов используемого оборудования и каналов связи, ввиду того что итоговой целью любого телемедицинского мероприятия (сеанса) является соответствующее применение переданной информации в интересах больного, обучаемого медицинского сотрудника или управленческого органа здравоохранения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Средства сбора медицинской информации предназначены для решения двух ключевых задач: первая – преобразовать различные медицинские диагностические данные в цифровую форму без потери качества, а вторая – осуществить заполнение баз данных (БД) диагностической оцифрованной информацией.

Помимо этого, данные средства обязаны обеспечивать введение сопутствующей текстовой информации.

Вся подвергнутая обработке информация хранится в базах данных различного назначения. К основным БД можно отнести:

— БД пациентов, где находится полная информация о больных, в том числе и истории болезней в электронном виде;

— БД врачей, где находится сведения о консультантах, их месте работы и специализации профессиональной деятельности;

— БД лекарственных средств, где хранится информация о лекарствах, их фармакологических свойствах, наличии;

— БД медицинских методик, где содержатся методики диагностики и лечения заболеваний;

— БД телемедицинских консультаций, где представлен архив проведенных телемедицинских консультаций.

Техническими средствами реализации технологий телемедицины являются телекоммуникационная инфраструктура и телемедицинское оборудование. Первая объединяет в едином информационном пространстве специализированных телекоммуникационных операторов, провайдеров телемедицинских услуг, консультантов и клиентов. Второе позволяет в цифровом виде собирать, запоминать, обрабатывать, подготавливать к передаче медицинские диагностические данные, а также поддерживать проведение телемедицинской консультации [5].

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Комплект телемедицинского оборудования, требуемого для проведения телемедицинских консультаций, значительно зависит от прогнозируемого числа консультаций; но в большинстве случаев необходимо иметь средства работы с данными лучевой диагностики (рентгенология, томография, УЗИ) и подобными средствами функциональной диагностики. Для малых пунктов телемедицины большую часть данных задач возможно объединить на одной рабочей станции, исполняющей функции телемедицинского терминала, станции подготовки врачебных документов и сервера. В довольно крупных ЛПУ (лечебно-профилактических учреждениях) в набор оборудования телемедицинского центра, как правило, входят: телемедицинские терминалы; видеоконференцтерминал (станция групповых видеоконференций); специализированные станции телеконсультаций; сервер базы данных и коммуникаций; вспомогательное оборудование. Оборудование центра и пункта телемедицины обязано обеспечивать: сбор объективных медицинской данных о больном ; их хранение в базе данных; осуществление обработки и просмотра информации; ведение архива документов; подготовку и проведение очных и заочных телемедицинских консультаций.

С целью обеспечения совместимости телемедицинских систем следует:

— организовать обмен всей информацией, используемой участниками телемедицинских мероприятий, должен осуществляться лишь в цифровой форме;

— для передачи данных применять цифровые каналы связи;

— для информационного обмена, предшествующего проведению консультаций, в том числе с использованием специального программного обеспечения рабочих мест сотрудников телемедицинских центров, использовать унифицированные формы, обеспечивающие единообразное ведение медицинской и сопроводительной документации [5];

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– при подготовке (оцифровке) данных лучевой диагностики, хранящихся на рентгеновских плёнках, использовать оборудование, обеспечивающее разрешение не хуже 300 точек на дюйм и число оттенков серого не хуже 212 (в соответствие с ГОСТ Р МЭК/ТО 62266-2009) [6];

– для проведения телемедицинских мероприятий с использованием средств видеоконференцсвязи (ВКС) использовать сертифицированное оборудование ведущих производителей, соответствующее рекомендациям Международного союза электросвязи (ITU-T) H.320 и H.323 и группы соподчинённых стандартов[7];

– при использовании ВКС по каналам ISDN не уже 384 k (3BRI);

– при использовании ВКС по каналам IP для для телемедицинского консультирования и повышения уровня профессиональной подготовки медицинских работников персонала предпочтительнее использовать полосу не уже 512 k;

С целью соблюдения прав пациентов на конфиденциальность персональной информации при проведении медицинских консультаций следует:

– использовать защищённые каналы связи;

– разделять трафики паспортных данных, диагностической информации и ВКС;

– получать информированное согласие пациентов на проведение видеоконсультаций;

– получать информированное согласие пациентов на присутствие во время видеоконсультации немедицинского персонала (технических специалистов), обеспечивающего поддержку оборудования и линий связи, а также прием/передачу данных в процессе подготовки консультаций;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– оформлять юридически обязательство технических специалистов, участвующих в консультациях, о неразглашении персональной информации пациентов.

Оформление юридических обязательств технических специалистов необходимо в следующих аспектах:

– в целях повышения эффективности работы с медицинскими изображениями при проведении видеоконсультаций осуществлять предварительное согласование вопросов работы с приложениями;

– с целью обеспечения достоверности заключений и рекомендаций консультантов применять электронную подпись при их передаче консультируемым медицинским учреждениям;

– обеспечивать протоколирование (запись) всего цикла видеоконсультаций для обеспечения возможности последующего уточнения при решении спорных вопросов;

– проводить согласованную политику в области медицинской информатики с учётом действующих международных стандартов в области хранения и передачи медицинской информации, таких как рекомендаций комитета HL7, рекомендаций международного комитета ISO-215, рекомендаций европейского комитета CEN/TC-251.

Кроме того, по мере развития медицинских информационных систем (МИС) в медицинских учреждениях государств–участников СНГ необходимо осуществить переход к обмену данными между МИС с использованием защищённых каналов связи[5].

В соответствии с назначением и требованиями телемедицинская система должна выполнять следующие функции:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- проведение необходимых измерений при помощи диагностических устройств. Пациент при этом действует самостоятельно на основании инструкций врачей;

- передача результатов измерений в диагностический центр;

- сохранение полученных данных в базу данных на сервере диагностического центра;

- оценка полученных результатов измерений. При этом данные должны оцениваться как в конкретных случаях, так и в динамике, за некоторый промежуток времени или за всю историю наблюдений и принимая во внимание особенности пациента в каждом конкретном случае. Такими особенностями могут являться индивидуальные особенности организма пациента, особенности лечения различными препаратами – эффективность лечения, побочные действия, индивидуальная дозировка и т. д.;

- принятие первичных решений по дальнейшим действиям в отношении пациентов;

- регулярный контроль со стороны лечащих врачей за состоянием здоровья их подопечных;

- принятие конкретных решений по дальнейшему лечению или обследованию пациентов.

Для выполнения перечисленных функций система должна включать в себя следующий набор элементов:

- диагностическое оборудование (его состав формируется в каждом конкретном случае);

- устройство связи;

- система связи;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- оборудование сбора и хранения информации в диагностическом центре (в его основе лежит обширная база данных пациентов диагностического центра);

- операторы диагностического центра - медицинский персонал, следящий за поступающей информацией, вносящий коррективы в работу оборудования и принимающий решения на первичном уровне;

- лечащие врачи, изучающие результаты измерений и принимающие конкретные решения по дальнейшим действиям со своими пациентами.

При этом важно правильно распределить нагрузку между операторами диагностического центра и лечащими врачами. В процессе проведения диагностики мониторинг состояния здоровья проводят операторы. Они должны иметь соответствующий уровень квалификации, необходимый для грамотного принятия оперативных решений. В случае резкого изменения ситуации они должны определить степень опасности этой ситуации для пациента и передать контроль над ситуацией лечащему врачу или вызвать бригаду скорой помощи.

В задачи лечащих врачей также входит отслеживание изменений в результатах измерений за длительный период. Врачи должны регулярно получать результаты медицинской диагностики за определённый период времени. В случае резкого изменения состояния здоровья пациента в целом или отдельных показателей дальнейшими действиями начинает руководить лечащий врач этого пациента, о чём он сообщает операторам системы, которые вносят соответствующие пометки в базу данных. Общая схема организации телемедицинской системы представлена на рисунке 1.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

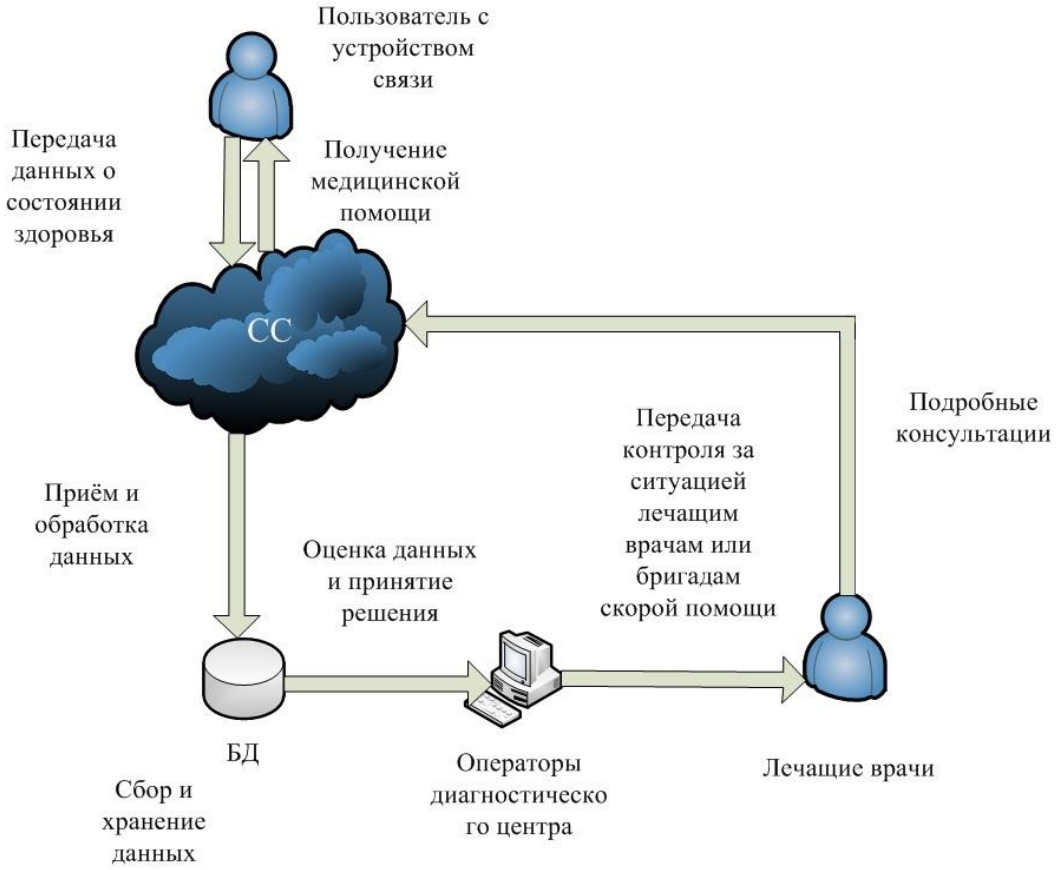


Рисунок 1. Общая схема организации телемедицинской системы

Для организации рассматриваемой системы при первичном обращении к врачу в системе создаётся личная карта пациента. С пациентов собираются личные данные, а также данные о заболеваниях и индивидуальных особенностях лечения (эффективность лечения, аллергические реакции на препараты и т. п.), выявленных ранее, которые вносятся в базу данных в соответствующие поля. Также туда вносятся данные, касающиеся назначенного лечения или диагностики состояния здоровья – состав оборудования, снимаемые параметры и режим проведения измерений [8]. Детальнее структура организации телемедицинской системы в общем виде показана на рисунке 2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 2. Структура организации телемедицинской системы

Основой системы является телемедицинский сервисный центр. В него по каналам связи передается информация о состоянии здоровья пациента, формируемая средствами диагностики. Данные результаты обрабатываются и собираются в базу данных, а конкретно в личную карту пациента, куда предварительно занесены данные пользователя. Результаты измерений, не соответствующие диапазону допустимых значений, выделяются. Операторы телемедицинского центра следят за показателями и принимают решение о необходимости оказания медицинской помощи – обращении к врачу (для проведения онлайн-консультаций или записи на приём) либо же вызове скорой помощи – или об отсутствии такой необходимости. Вполне естественно, что операторы должны обладать соответствующими знаниями в области медицины. Данные измерений хранятся продолжительное время, дабы имелась возможность отслеживать изменение состояния пациента (пользователя) за всё время наблюдения. В обязанности операторов также входит напоминание

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

пациентам о необходимости провести измерения и отправить результаты в том случае, если пациент не сделал это в назначенное время.

В случае необходимости дополнительного, более тщательного, мониторинга и при наличии возможностей для его проведения, пациенту может быть предоставлена возможность снимать дополнительные показатели с помощью соответствующих устройств. При этом получаемые файлы также отправляются в центр мониторинга, чтобы квалифицированный персонал мог с ними ознакомиться. В личную карту пациента должны быть внесены соответствующие изменения и сделаны отметки.

Наиболее предпочтительными видятся два варианта реализации такой системы:

1 Вариант с использованием систем сотовой связи, в которой абонентским устройством является мобильный телефон.

2 Вариант системы с использованием непосредственно интернета, абонентским устройством при этом является ПК или мобильное устройство с аналогичными возможностями.

Остановимся подробнее на озвученных ранее вариантах реализации системы.

В первом варианте, как уже было сказано, в качестве абонентского устройства используется мобильный телефон. Общая схема данной системы представлена на рисунке 3.

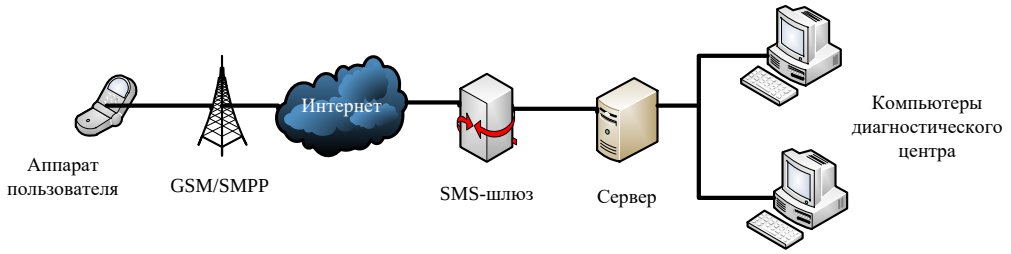


Рисунок 3. Упрощённая схема системы с использованием сетей сотовой связи

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Здесь на телефон пользователя устанавливается специальное приложение, совместимое с датчиками (способное получать с них результаты по беспроводным технологиям и передавать их черех сеть Интернет непосредственно в электронную медицинскую карту пациента. В случае, если телефон пользователя не поддерживает установку приложения, пользователь вносит в SMS-сообщение набор значений параметров, измеренных им самостоятельно с помощью соответствующих диагностических устройств. Сообщения через сеть оператора попадают в Интернет, где с помощью SMS-шлюза (SMS2Web) распознаются, а затем вносятся в БД диагностического центра.

Альтернативой использованию SMS-шлюза является применение GSM-модема и специального ПО для создания SMS-сервера. В данном случае операции с SMS производятся минуя шлюз и Интернет, непосредственно через GSM-модем.

Второй вариант системы предусматривает использование опросных форм на веб-сайте диагностического центра. Пользователю достаточно войти в свой аккаунт на сайте и ввести соответствующие данные в форму. Схема данного варианта изображена на рисунке 7.

При возникновении необходимости возможна отправка дополнительных файлов с диагностических устройств посредством email, если на этих устройствах имеется такая возможность. Полученные файлы также вносятся в базу данных диагностического центра.

Большинство современных диагностических устройств совместимо с компьютером, а некоторые могут передавать данные по беспроводным протоколам и связываться со смартфонами, планшетами, КПК. Это значительно расширяет возможности по использованию приборов медицинской

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

диагностики и позволяет передавать дополнительную информацию, т.е. пользоваться всеми возможностями, которые предоставляют данные приборы. Также, благодаря использованию этого метода, становится возможным использование таких приборов, как мобильные электрокардиографы и аппараты УЗИ [9].

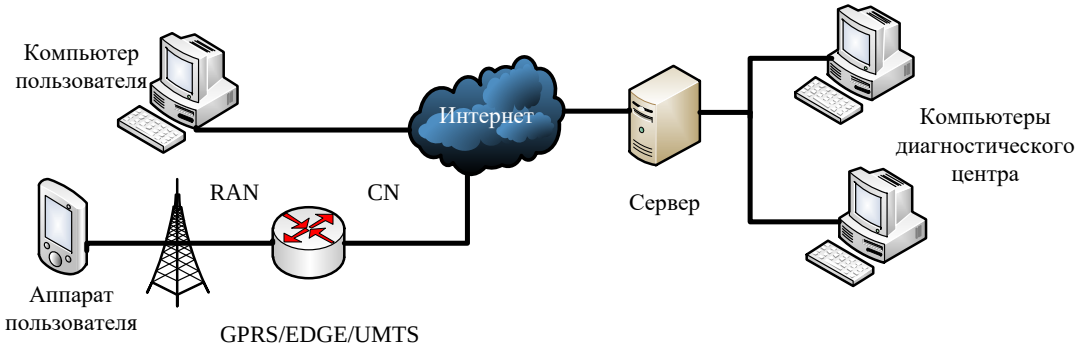


Рисунок 4. Схема системы с использованием непосредственно интернета

Вдобавок ко всему перечисленному, во втором варианте реализации можно использовать средства аудио- и видеосвязи для общения между пациентом и лечащим врачом посредством соответствующих программ (Skype, RaidCall и т.п.). Это позволяет полностью или частично заменить сотовую связь при взаимодействии между пациентом и диагностическим центром, а также предоставляет дополнительные возможности для мониторинга состояния здоровья пациента, позволяет определить как общее состояние здоровья, так и отдельные симптомы по внешним признакам. Кроме того, так же, как и при использовании сотовой связи, пациент может связаться с врачом, получить необходимые консультации, ответить на вопросы врача, обозначить жалобы на текущее состояние здоровья и текущие результаты лечения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Фактически, использование таких средств позволяет проводить удалённый приём у врача с живым общением и, при использовании видеосвязи, визуальным осмотром. Это позволяет, в большинстве случаев, избежать необходимости прохождения осмотров в самом диагностическом центре, излишних перемещений пациента, ожиданий в очередях и связанных с указанными факторами рисков. Благодаря этому, пациент экономит своё время, может находиться в максимально комфортных для себя условиях при осмотре. У обследующего врача также есть возможность оптимизировать свой рабочий график и, во многих случаях, проводить осмотры пациентов, не выходя из дома. Помимо этого, такая связь является доверительной и позволяет избежать попадания личной информации третьим лицам при проведении осмотров.

Наиболее эффективным для применения на практике будет одновременное использование обоих вариантов. Первый поможет обеспечить практически стопроцентный охват потенциальных пользователей системы с первого же дня её существования. Второй позволит врачам не связывать себе руки ограничениями, накладываемыми технологиями передачи SMS, применять большую номенклатуру диагностических устройств и получать более точные и достоверные данные. Очевидно, что в будущем, при дальнейшей компьютеризации населения и развитии технологий, в особенности в области медицины и связи, второй вариант получит наибольшее развитие и распространение.

На основании выработанных вариантов сформируем обобщённую архитектуру сети для организации системы дистанционного мониторинга состояния здоровья пациентов.

Как уже говорилось выше, для максимальной эффективности работы системы и удобства пользование системой, необходимо использовать оба

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обозначенных варианта системы дистанционного мониторинга состояния здоровья. Для этого нужно объединить обозначенные варианты в единую сеть, в которой будет осуществляться передача, хранение, обработка и корректировка всего объёма информации, необходимой для полноценного функционирования всей системы.

Обобщённая архитектура сети телемедицинской системы представлена на рисунке 8.

Систему можно условно разделить на три функциональных компонента.

Первый компонент – это пациент с группой устройств. В эту группу входят все необходимые устройства медицинской диагностики и устройства связи.

Второй компонент – диагностический центр с оборудованием, обеспечивающим функционирование всей системы, а также персоналом колл-центра и специалистами, обеспечивающими работу этого оборудования. В состав оборудования диагностического центра входит сервер с веб-ресурсом и базой данных о пациентах, оборудование колл-центра и вспомогательное оборудование. Здесь же осуществляется управление всей системой, сбор и корректировка данных. Фактически это ядро системы.

Третий компонент – медицинский персонал. Сюда входят лечащие и дежурные врачи и оборудование, необходимое для связи с пациентами и диагностическим центром и работы с результатами медицинской диагностики пациентов. При этом врач не обязательно должен находиться в стационаре, он может проводить консультации и онлайн-осмотр, а также работать с базой данных не выходя из своего дома.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

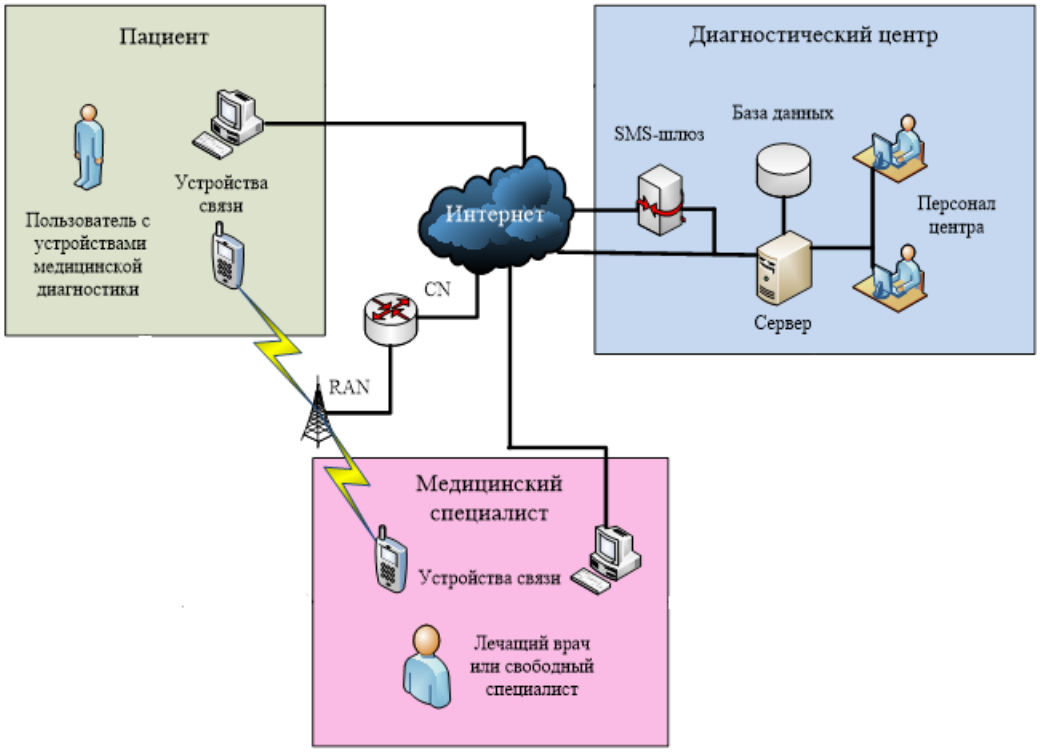


Рисунок 5. Обобщенная схема организации телемедицинской системы

Все три компонента связаны между собой посредством сетей сотовой связи и Интернета и находятся в постоянном взаимодействии. Пациент регистрируется в системе, отсылая данные в диагностический центр. В процессе обследования он собирает показания диагностических приборов и отправляет их в центр, где они вносятся в БД. Также пациенты могут позвонить в колл-центр для жалоб и получений консультаций по общим вопросам. Сотрудники колл-центра, в свою очередь, могут принять решение о немедленном обращении к врачу, либо вызове кареты скорой помощи, если такого требует ситуация. Врач имеет постоянный доступ к электронной медицинской карте больного и регулярно просматривает результаты медицинской диагностики состояния здоровья пациента. При необходимости он может вносить соответствующие коррективы в базу данных диагностического центра на основе данных обследования и личных приёмов, в том числе в режиме онлайн. Врач может

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

связаться и непосредственно с больным. Он может дать подробные консультации и указания для пациента, назначить онлай-приём или осмотр при личной встрече в стационаре или у пациента дома.

Стоит отметить, что для функционирования системы крайне важным является наличие непрерывной качественной связи между всеми её компонентами.

Оптимальным типом применяемой базы данных видится БД сетевого типа с разграничением доступа. Это объясняется особенностями функционирования системы и требованиям к базе данных, вытекающим из этих особенностей.

Важными особенностями являются:

- наличие нескольких групп пользователей;
- наличие, как неизменяемых, так и изменяемых данных;
- наличие связанных объектов одного уровня;

Помимо этого необходимо обеспечить полную конфиденциальность личной информации и защиту данных от неправомерного изменения и/или удаления. На основании этого можно предъявить ряд требований к базе данных:

1) Обеспечение долгосрочного хранения основных данных.

2) Обеспечение автоматического добавления новых данных в соответствующие ячейки и увеличения их количества в соответствии с потребностями мониторинга.

3) Возможность существенного расширения базы данных.

4) Обеспечение возможности изменения ячеек и категорий данных вручную для пользователей, обладающих правами на это.

5) Обеспечение конфиденциальности данных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

6) Защита данных от несанкционированного вмешательства.

Наличие связанных объектов одного уровня требует использования сетевой модели данных, а необходимость конфиденциальности и защиты данных требует разграничения доступа.

Общая схема базы данных и доступа пользователей к ней представлены на рисунке 6.

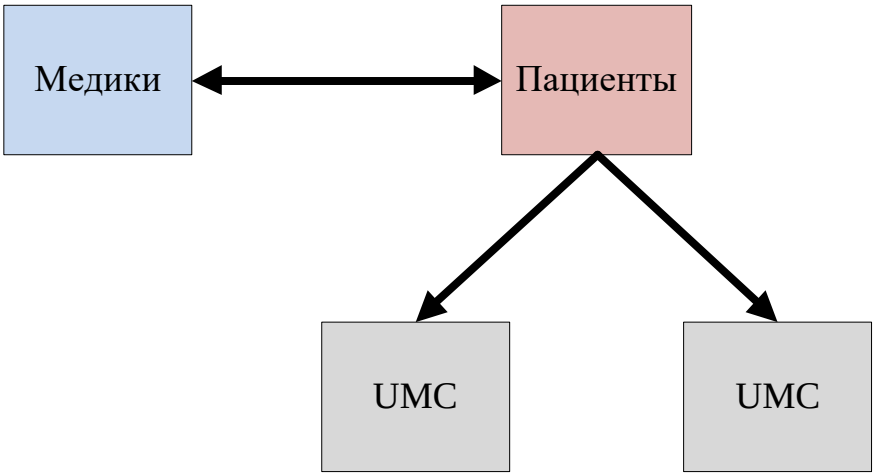


Рисунок 6. Структурная схема базы данных системы

В базе данных присутствуют три группы связанных между собой объектов:

- Медики – таблица со списком всех лечащих и обследующих врачей, подключённых к системе дистанционного мониторинга, а также краткой информации об их специализации и опыте.

- Пациенты – таблица со списком всех пациентов, подключённых к системе.

- UMC (Universal Medical Card) – Универсальная медицинская карта пациента. Здесь хранится вся медицинская информация о конкретном пациенте, о чём писалось выше.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В системе существует три группы пользователей: пациенты, медицинские специалисты и сотрудники диагностического центра. Каждая из этих групп обладает собственным набором прав для взаимодействия с системой.

Пациенты изменяют определённый набор параметров в своей медицинской карте в рамках мониторинга состояниях их здоровья, а также могут просматривать свою медицинскую карту и список врачей.

Медицинские специалисты могут вносить изменения в медицинские карты пациентов в рамках своих полномочий, а также просматривать медицинские карты своих подопечных и список врачей.

Специалисты диагностического центра обслуживают систему и могут вносить изменения в списки врачей и пациентов, а также изменять записи в медицинской карте, не связанные непосредственно с медицинскими параметрами пациента.

При такой организации хранения изменения данных будет в полной мере обеспечена их сохранность и конфиденциальность [10].

Библиографический список

1. Ластед Л. Введение в проблему принятия решений в медицине/ Пер. с англ. М.: Мир, 2011. – 147 с/

2. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология: Учебник. 2-е изд. М.: Медицина, 2000.

3. Максименко Л.Л. Медицинская информатика. СтГМА, 2007.

4. С.В. Фролов, М.С. Фролова. Современные направления телемедицинских технологий. // Врач и информационные технологии. N1, 2006. с.45-52

5. Б.А. Кобринский, Н.В. Матвеев. Новый этап развития телемедицины:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

специфические требования к телемедицинским консультациям в различных областях медицины// Медицина и высокие технологии. 2004. №1.С.4-13.

6. Владзимирский А.В. Телемедицина [монография] [Текст] / Антон Вячеславович Владзимирский. - Донецк: ООО «Цифровая типография», 2011. – 437 с.

7. Бакалов В.П. Основы биотелеметрии. - М.: Радио и связь, 2001. - 352с.

8. Владзимирский А.В. Клиническое телеконсультирование. Руководство для врачей. Издание второе, дополненное и переработанное.- Донецк: ООО «Норд», 2005.- 107 с.

9. Королюк И.П. Основы медицинской информатики. Самара: Офорт, 2006.

10. Котельников Г.П., Шпигель А С. Доказательная медицина. Научно-обоснованная медицинская практика. 2-е изд. – Самара, 2007.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 57.08

Солянина Е.Ю. Анализ существующих видов телемедицинской информации и способов её хранения, обработки и передачи

Analysis of existing types of telemedical information and methods of its storage, processing and transmission

Солянина Елена Юрьевна,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Solyanina Elena Yurievna,
Southwestern State University, Kursk

Аннотация. *Значительный рост применения компьютерных технологий наблюдается в медицине и здравоохранении. Сейчас трудно представить себе современное лечебное учреждение без электронной регистратуры, аптечной сети, бухгалтерии, компьютеризированных рабочих мест врачей и среднего медицинского персонала. Часто компьютерные технологии связываются в единую сеть, которая включает в себя не только информационные средства, но и методы диагностики и лечения. Входит в практику обмен медицинскими данными между отдельными поликлиниками, больницами, университетскими центрами. Широкое распространение начинает получать новое направление оказания медицинских услуг – телемедицина. Она обеспечивает квалифицированную медицинскую помощь на удаленных от центра врачебных участках.*

Мощным современным направлением компьютеризации медицины стали новые высокотехнологичные методы диагностики, такие как компьютерная и магнитно-резонансная томография, дистанционный мониторинг за состоянием больного в лечебном учреждении и на дому. Широко применяются цифровые методы при скрининге: цифровая флюорография для выявления туберкулеза легких, цифровая маммографии с целью обнаружения возможного рака молочных желез. Нарушения ритма сердца четко диагностируются компьютером при проведении суточного холтеровского мониторинга.

Количество компьютеров, ныне работающих в современном здравоохранении, трудно, да и невозможно учесть, ибо их рост идет повсеместно и большими темпами. Подобная ситуация создает новый феномен – информационного медицинского общества, осуществляющего свои функциональные задачи в сложной и многоуровневой информационной среде.

Ключевые слова: *телемедицина, информация, компьютеризация, диагностика, сигнал.*

Abstract. *Significant growth in the use of computer technology is observed in medicine and healthcare. Now it is difficult to imagine a modern medical institution without an electronic registry, pharmacy network, accounting, computerized workplaces of doctors and paramedical personnel. Often, computer technologies are linked into a single network, which includes not only information tools, but also methods of diagnosis and treatment. It is the practice to exchange medical data between individual clinics, hospitals, university centers. A new direction in the provision of medical services is beginning to spread: telemedicine. It provides qualified medical care at remote medical centers from the center.*

A powerful modern direction of computerization of medicine are new high-tech diagnostic methods, such as computer and magnetic resonance imaging, remote monitoring of the patient's condition in the medical institution and at home. Digital methods are widely used in screening: digital fluorography for the detection of pulmonary tuberculosis, digital mammography to detect possible breast cancer. Cardiac rhythm disturbances are clearly diagnosed by the computer during daily Holter monitoring.

The number of computers now working in modern health care is difficult, and it is impossible to take into account, because their growth is everywhere and at a high pace. Such a situation creates a new phenomenon - an information medical society, carrying out its functional tasks in a complex and multi-level information environment.

Keywords: *telemedicine, information, computerization, diagnostics, signal.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1 Понятие телемедицинской информация

Все биологически активные процессы, происходящие в человеческом организме, сопровождаются выработкой различных сигналов – электромагнитных, звуковых, механических. Сигналами в медицине могут быть также сведения о состоянии человека - например, его росте, массе тела, составе крови и других биологических жидкостей, сигналами являются объективные и субъективные признаки заболеваний - жалобы больного, лихорадка, желтуха, результаты физиологических исследований. Применительно к информационным технологиям в области организации здравоохранения сигналами служат различные цифровые показатели, например, заболеваемости, смертности; сигналами могут являться также сведения о финансовых, человеческих и материальных ресурсах, циркулирующих в сфере медицины, здравоохранения и связанных с ними областях хозяйственной деятельности.

При взаимодействии биологических сигналов, возникающих в организме человека, с физическими телами (детекторами) в последних могут возникать определенные изменения их свойств, которые регистрируются специальными приборами. У человека сигналы поступают в головной мозг для последующего анализа. И в том, и в другом случае происходит регистрация сигналов. Зарегистрированные сигналы в информатике называются данными [1].

Медико-биологические данные, касающиеся здоровых людей и больных, могут быть систематизированы в следующие группы:

1. Количественные данные - параметры; их можно охарактеризовать дискретными величинами: рост пациента, концентрация в крови форменных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

элементов и биологически активных веществ, заболеваемость туберкулезом в группе населения, количество ВИЧ-инфицированных больных и др.

2. Качественные данные - признаки', они не поддаются точной оценке, хотя и могут быть ранжированы (т.е. систематизированы по условным баллам: один балл, два балла и т.д.). К таким данным относятся, например, цвет кожных покровов, наличие болей, качество жизни человека и др. Качественные признаки, которые могут быть отнесены только к двум категориям (их наличию или отсутствию), называются дихотомическими.

3. Статические картины органов человека или всего его тела; они отображают картину пациента человека, различных участков патологически измененных тканей, чаще всего с помощью средств лучевой диагностики - рентгенологической, радионуклидной, ультразвуковой, магнитно-резонансной; например, патологические изменения на рентгенограмме грудной клетки, сонограмме, изображение головного мозга на компьютерной томограмме. К статическим картинам относят фотографии макропрепаратов и гистологических срезов, эндоскопические изображения.

4. Динамические картины органов человека; они получаются при непрерывной регистрации (на мониторе или жестком диске компьютера) движущихся органов, например, сердца, легких, при изучении быстроменяющихся картин прохождения по организму рентгеноконтрастных или радионуклидных веществ (при рентгенологическом исследовании пищеварительного тракта, радионуклидном исследовании сердца).

5. Динамические данные физиологических функций: электрокардиограмма, электроэнцефалограмма, кривые, зарегистрированные при прохождении радиоактивного вещества по организму и др [1-2].

Таким образом, зарегистрированные сигналы, называемые теперь данными, могут иметь различную форму отображения. Однако приведенная

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

выше группировка в известной степени условна, ибо одна и та же характеристика пациентов в зависимости от способов регистрации сигнала может выступать в различных группах.

Однозначного определения термина медицинской информации не существует. Разные авторы считают возможность дать свое понятие информации. Одни считают, что «информация – это совокупность знаний, фактов, сведений, представляющих интерес и подлежащих хранению и обработке. Более расширенное толкование информации – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний. Таким образом, можно дать следующее обобщенное понятие медицинской информации: Медицинская информация - это совокупность данных о пациентах и заболеваниях, образующаяся при их взаимодействии с адекватными им методами и снимающая неопределенность и неполноту предварительных знаний.

В этом определении ключевыми положениями являются:

- наличие медицинских данных;

- обработка данных адекватными методами (датчикам, компьютерами. пакетами статистических программ и др.);

- снятие неопределенности знании о предмете. Применительно к обследуемому больному путь от сигнала к информации выглядит следующим образом (рисунок 1).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

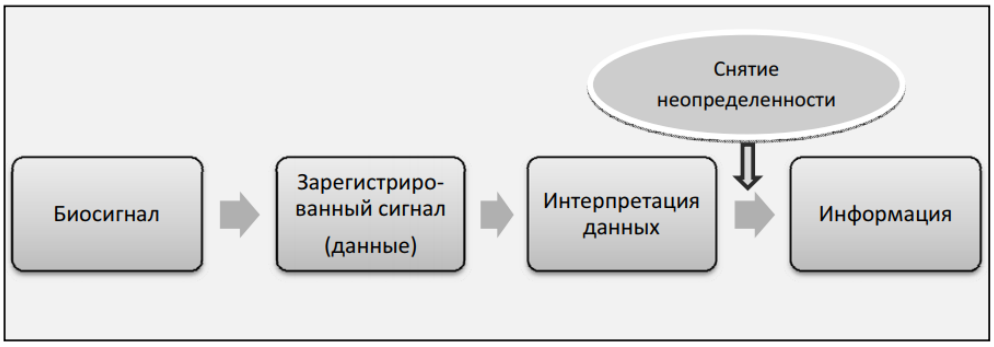


Рисунок 1. Этапы преобразования биосигнала в информацию

Таким образом, медицинская информация, как и любая другая, обладает динамическим характером. Она образуется в момент адекватной регистрации сигнала и в зависимости особенностей и способа обработки данных может принимать ту или иную форму. Важным свойством медицинской информации является интуитивное понимание ее пользователем, конкретно медицинским работником, который должен быть соответствующим образом подготовлен. Так, данные об отрицательном зубце Т на кривой ЭКГ, даже корректно зарегистрированные на идеальном электрокардиографе, не являются информацией для человека, не владеющего интерпретацией электрокардиографии. Существует несколько основных свойств медицинской информации. Во многих чертах они повторяют свойства любой другой информации вообще.

Все виды медицинской информации подразделяются на четыре основные группы:

1. Алфавитно-цифровая.

2. Визуально-графическая:

- серошкальная;

- цветная;

- динамическая.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

3. Звуковая.

4. Комбинированная.

Кроме того, в настоящее время существует классификация основной телемедицинской информации:

1. Документы в электронном виде;

2. Различные снимки;

3. Записи электрических сигналов;

4. Мультимедийная информация;

5. Информация в режиме видеоконференции.

Любая базовая рабочая станция телемедицины должна иметь возможность получать, передавать и обрабатывать все виды медицинской информации.

1) Алфавитно-цифровая информация

Данная категория медицинской информации образована простыми сообщениями в виде писем для электронной почты (e-mail) или простым диалогом двух или более специалистов посредством модемной связи в chat-режиме.

2) Статическая визуально-графическая информация

Серошкальная визуально-графическая информация. К этой категории медицинской информации относятся: рентгенологические изображения, эхограммы, эхокардиограммы, сцинтиграммы, томограммы. БРС позволяет вводить серошкальные изображения со стандартным разрешением в 256 градаций «серого». Разрешающая способность при сканировании с бумажных или пленочных носителей

составляет от 75 до 600 точек на дюйм и определяется оператором на основе принятых для данного вида медицинского изображения критериев или на основе указаний врача. Например, наиболее высокое разрешение требуется

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

для маммограмм и рентгенологических снимков органов грудной клетки, наиболее низкое - для сцинтиграмм и некоторых эхограмм.

Цветная визуально-графическая информация. К данной категории относятся цветные медицинские изображения: участков кожи и видимых слизистых оболочек пациента, эндоскопические изображения (внутренние структуры глаз, слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта, слизистые оболочки гортани, носа, отоскопические изображения и др., артроскопические и лапараскопические изображения), микроскопические изображения (мазки крови, цитологические и гистологические срезы, биомикроскопия и др.), изображения, генерируемые диагностическим оборудованием (цветное допплеровское картирование, электрокардиограммы, другие электрофизиологические данные и др.). БРС позволяет вводить цветные изображения в формате 256 или 16 миллионов цветов. При сканировании с бумажных или пленочных носителей пространственная разрешающая способность составляет от 75 до 600 точек на дюйм. При «захвате» кадров видеосигнала из универсальных и специализированных видеокамер БРС способна принимать видеосигнал в форматах PAL, SECAM и NTSC. При получении цветных изображений при помощи видео- и фотокамер БРС позволяет производить предварительную настройку или первичную коррекцию с учетом условий освещенности, в том числе типа источника освещения.

Динамическая визуально-графическая информация. Примерами подобной информации являются походка пациента, мимика или судороги, сухожильные рефлексы, реакция зрачка на свет, генерируемое диагностическим оборудованием динамическое изображение.

3) Звуковая информация

Звуковая информация включает речь, усиленные электронным способом естественные звуки человеческого организма и звуковые сигналы,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

генерируемые медицинским оборудованием. Примерами речевой информации является комментарий лечащего врача, речь пациента с неврологической или психической патологией, речь пациента с патологией гортани. Естественные звуки организма усиливаются при помощи электронного стетоскопа и вводятся в БРС посредством устройства ввода звука. Примеры информации этого типа: тоны сердца, сосудистый шум, перистальтические шумы кишечника. Примеры звуковых сигналов, генерируемых медицинским оборудованием: допплеровские сигналы кровотока при

эхокардиографии, флоуметрические сигналы, сигналы от фетальных мониторов и др.

4) Комбинированные виды информации

Основным комбинированным видом информации в работе БРС является сочетание динамической визуальной информации со звуковой. Однако, вполне возможно использование сочетания вывода визуальной и алфавитно-цифровой информации [3].

Основные операции с телемедицинской информацией

В информационной технологии работы с информацией, в том числе медицинского характера, существует несколько основных операций:

1. Сбор и первичная обработка - это накопление результатов исследований в том объеме, который задан условиями поставленной задачи или необходимостью принять адекватное решение. Существуют специальные правила, определяющие объем требуемой информации для каждого класса задач. Собранная информация подлежат первичной обработке, которая включает в себя отсечение «лишних», некорректно зарегистрированных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

сигналов, являющихся первоисточниками информации. Первичная группировка реализуется по типу информации и классам изучаемых явлений.

2. Оценка эффективности измерения информации - это определение степени точности и величины погрешности зарегистрированных сигналов и полученной информации.

3. Сохранение информации – это регистрация информации в виде твердых копий или на магнитных носителях.

4. Формализация и стандартизация информации - это сведение всей полученной информации к единой форме, которая должна соответствовать требованиям компьютерной обработки и обеспечивать сопоставимость всей информации между собой, а также доступность к ней для всех заинтересованных пользователей.

5. Фильтрация и очищение информации - это отсеивание лишних сигналов, обусловленных неточностью работы регистрирующих приборов, некорректно собранной информацией о состоянии изучаемого явления. Этот способ используется также при объективно существующей неоднородности структуры и функционирования отдельных систем человеческого организма.

6. Кодировка информации - это унификация формы представления информации на бумажных или магнитных носителях.

7. Сортировка информации - это упорядочение данных по заданному признаку или совокупности их характеристик.

8. Преобразование информации - это изменение формы информации по заданному алгоритму или между различными типами носителей.

9. Сжатие и архивация информации - это уплотнение информации на носителях и организация её хранения, нередко связана с изменением её формы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

10. Защита информации - это приведение информации по специальному алгоритму к форме, которая недоступна для несанкционированного их использования (шифрование, или криптографическая обработка информации).

11. Транспортировка информации - это передача информации на расстояние с помощью механических или телекоммуникационных каналов связи [3-4].

Сбор информации - это накопление её в достаточной степени для того, чтобы принять адекватное решения или получить статистически значимый результат. Объем информации обычно задается заранее либо определяется анализом промежуточных результатов. Нередко объем информации ограничен объективно существующими обстоятельствами, например, ограниченным количеством больных, поступивших на лечение с конкретным исследуемым заболеванием.

Сбор информации - очень важная составляющая часть обработки первичного материала. Особенно это касается тех случаев, когда имеют дело с измерением медико-биологических сигналов. Все эти измерения, как бы точны они не были, обязательно имеют некоторую степень погрешности. Это может быть связано с ограниченной точностью инструментов, которыми проводятся измерения - линейки, электронного прибора или других технических средств. Погрешность может быть обусловлена также и вариабельностью самого измеряемого объекта, например, колебаниями биологических параметров человека во время исследования (суточные биоритмы), отсутствием достаточной фиксации тела человека в момент антропометрических измерений, наводкой по электросетям во время снятия биопотенциалов (ЭКГ, электроэнцефалография).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Перечисленные выше погрешности имеют случайный характер. Их влияние на точность измерения может быть уменьшено, если увеличить количество измерений объекта исследования или увеличить продолжительность каждого измерения (это касается, в основном, электрических величин). Погрешности такого рода носят название случайных, или рандомизированных, ошибок.

Другой вид погрешностей возникает при неправильной работе аппаратуры, калибровке лабораторного оборудования (электронных приборов, весов, тонометров и др.), технологии приготовления химических растворов в биохимических лабораториях, ошибок, допущенных в расчетах. Конечные результаты подобных измерений оказываются во всех случаях либо завышенными, либо заниженными, т.е. всегда однозначно искаженными. Такого рода ошибки носят название систематических ошибок. Единственная возможность их избежать - это тщательно контролировать исправность медицинской аппаратуры, проводить регулярную поверку в специальных лабораториях, следить за правильностью выполнения диагностических и расчетных процедур, корректно выполнять эти расчеты.

Для оценки эффективности методов измерения медико-биологических данных применяют ряд критериев, главными из которых являются:

Точность измерений - это соответствие результатов измерения истинному значению определяемой величины. Высокая точность измерения достигается при минимальных рандомизированных и систематических погрешностях.

Правильность измерений. Это качество измерения характеризует величину систематических погрешностей. Чем они меньше, тем более правильным оказываются измерения.

Сходимость измерений. Данное качество измерения характеризует величину случайных ошибок. Чем они меньше, тем лучше сходимость измерения. Этот критерий показывает, насколько близки друг к другу

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

измерения, выполненные в одинаковых условиях, т.е в одной и той же лаборатории и на одном и том же приборе.

Воспроизводимость измерений. Этот критерий показывает, как близки между собою будут результаты измерений, выполненных в различных условиях, т.е. в различных лабораториях, на различных аппаратах и различными людьми [4].

Сохранение информации осуществляется на носителях. Среди носителей самым распространенным пока еще является бумага. Ее преимущества хорошо известны - простота использования, доступность, низкая стоимость. Недостатком бумажных носителей являются сложность обработки и накопления информации, выполнение различных операций с информации. В отечественной медицинской практике, несмотря на постоянно растущее влияние компьютерных технологий, бумажные носители по-прежнему являются основными. Это - истории болезни, амбулаторные карты пациентов, многочисленные статистические отчеты, журналы записи назначений и др. Некоторые из них стандартизованы по специальным формам, утвержденным Минздравсоцразвития РФ.

На современном этапе развития медицины вся циркулирующая в ней информация постепенно переходит из бумажной в цифровой формат. Это закреплено приказом Минздравсоцразвития России №1026н от 24 декабря 2009 г. «О порядке формирования, использования, хранения, приема и передачи документов в электронной форме...». Помимо документации, современный врач имеет в своем распоряжении большое число электронных материалов: рисунков, фотографий, фильмов, презентаций и т.п. Поэтому важно ориентироваться в существующих средствах хранения информации в электронном виде. В общем виде они носят название внешних съемных устройств памяти. По физическому типу они подразделяются немагнитные и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

оптические. Все они подсоединяются через универсальный разъем USB или по технологии Bluetooth к любому компьютеру. ет несколько меньше.

Флэш-память (флэш-карта) – одно из наиболее распространенных и стремительно развивающихся устройств памяти. Физически они представляет собою это энергонезависимые микросхемы емкостью до 64 Гбайт. Эти носители отличаются дешевизной, компактностью, механической прочностью, удобством хранения и пользования. Существует два основных типа применения флэш-памяти в компьютерных технологиях: в качестве мобильного носителя информации и как хранилище программного обеспечения для «прошивки» цифровых устройств. Эта необходимость нередко возникает в процессе их эксплуатации. Зачастую эти два применения совмещаются в одном устройстве.

Другим съемным устройством памяти является внешний накопитель на жестком магнитном диске, или внешний винчестер HMDD - hard magnetic disk drive. Он соединяется с компьютером с помощью разъема USB или по технологии беспроводной связи Wi-Fi. Привлекательным свойством внешних накопителей на жестких дисках является большой объем их памяти. В современных моделях он может достигать 1 Тбайта. Поэтому основное его назначение - это резервное копирование больших объемов информации, в том числе и медицинской.

Несмотря на все преимущества внешних магнитных накопителей, их отличает одно общее свойство - уязвимость при вирусных атаках. Поэтому особо важные информационные материалы рекомендуется сохранять в виде дополнительных резервных копий на оптических дисках. Необходимо отметить и другую, не менее важное их свойство: они сами могут стать разносчиками опасных вирусов. Поэтому существует другое правило: на компьютере, содержащем важные информационные материалы, не рекомендуется использовать чужие, непроверенные внешние магнитные носители.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Другой тип внешних носителей памяти - оптические диски. Диски CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory - компакт-диск только для чтения) в зависимости от диаметра (80 мм и 120 мм) имеют емкость 128 или 700 Мбайт. Это - одно из основных устройств для хранения и передачи информации. С его помощью реализуют различные программные продукты: собственно компьютерные программы, различные издания, галереи изображения, учебные архивы и пр.

Другой тип дисков позволяет осуществлять запись информации на них непосредственно с рабочего компьютера:

- CD+R (Compact Disc Recordable - записываемый компакт- диск) - предназначен для однократной записи информации,

- CD-RW (Compact Disc Rewritable - перезаписываемый компакт-диск) - позволяет записывать различные информационные материалы многократно.

Оптические диски DVD (Digital Versatile Disc - цифровой многоцелевой диск). Они обладают большей емкостью хранения информации - 4,7 Гбайт. Также как и компакт-диски, они могут быть записываемыми (DVD-R), но емкость дисковой памяти при этом имеет максимальную емкость 3,9 Гбайт. Аналогичные, но перезаписываемые диски (DVD-RAM) имеют емкость 2,6 Гбайт.

Существуют диски с повышенным объемом хранения информации за счет создания двухслойности записи - двухслойные диски (DVD-DL - Double Layer) и двухсторонние диски (DVD-DS - Double Sides). И двухслойные и двухсторонне DVD- диски имеют большую емкость памяти - до 7-8 Гбайт. Емкость двухсторонних и одновременно двухслойных дисков доходит до 17 Гбайт.

Диски Blu-ray, работают в сине-фиолетовой части лазерного спектра - 405 нм. Емкость их памяти огромная. Она варьирует от 25 Гбайт (у однослойных) до 125 Гбайт (у четырехслойных). В последние годы эта линейка внешних устройств

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

памяти обогатилась записывающимися дисками - BD-R (для однократной записи) и BD-RE (для многократной записи). Начат выпуск дисков Blu-ray уменьшенного диаметра (80 мм) с объемом памяти 14,5 Гбайт, которые предназначены для портативных цифровых устройств.

Существуют специальные компьютерные программы кодеки (англ, codec, от coder/decoder — шифратор/дешифратор), которые способны выполнять преобразование данных или сигналов. Кодеки могут как кодировать поток/сигнал для передачи, хранения или шифрования, так и раскодировать их. Большинство кодеков используют сжатие с потерями, чтобы получать приемлемый размер готового (сжатого) файла. Существуют также кодеки, сжимающие без потерь. Однако для большинства применений этих программ в медицине выгоднее кодеки с потерями информации, так как малозаметное ухудшение качества оправдывается значительным уменьшением объема информации [5 – 6].

Формализация информации – это приведение её к единой унифицированной форме. Формализация обеспечивает сопоставимость результатов различных исследований, повышает степень их доступности для любых заинтересованных специалистов. Наиболее часто в медицинской практике формализации подлежат отчетные документы, истории болезни, карты амбулаторного больного, протоколы исследования больных, результаты анализов.

В основе формализации данных, как правило, лежит принцип их стандартизации. Это позволяет оптимизировать весь процесс формализации, свести к минимуму возможные погрешности при последующей работе с данными.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В Законе РФ «О стандартизации» приводится следующее определение стандартизации: «Стандартизация - это деятельность по выработке и утверждению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг в соответствие с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны».

Все положения, изложенные в Законе РФ о стандартизации, абсолютно обязательны при работе в сфере информационных технологий в медицине и здравоохранении. В настоящее время общеупотребительной практикой является формализация параметрических данных о пациенте на основе международного стандарта.

Для обмена цифровыми ЭКГ внутри лечебного учреждения и за его пределами служит стандарт SCP-ECG (Standard communications protocol for computerized electrocardiography). Основным медицинским коммуникационным стандартом для передачи медицинских изображений (рентгенограмма, компьютерных рентгеновских, ультразвуковых и магнитно-резонансных томограмм) является международный стандарт DICOM 3.0 (Digital Imaging and Communications in Medicine, версия 3.0). В данном стандарте работает большинство современных аппаратов для лучевой диагностики –

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

рентгеновской, ультразвуковой, радионуклидной, магнитно-резонансной, а также другие методы цифровой визуализации - эндоскопия, микроскопия и др.

Для обмена различными медицинской информацией по локальным, корпоративным и общемировым компьютерным сетям применяется стандарт HL7 (Health Level Seven). Им кодируются истории болезни, амбулаторные карты, протоколы исследований и другие медицинские документы. Существует целый ряд других отраслевых стандартов. Большинство из них являются международными и относятся к так называемым «открытым системам» - OSI (Open System Interconnection), т. е. имеют свободный к ним доступ. Контролирует всю стандартизацию, в том числе и медицинскую, Международный комитет по стандартизации - International Standards (ISO). Последняя аббревиатура является признаком того, что данный стандарт является международным и рекомендуется к применению во всем мире. Действующие в настоящее время международные стандарты OSI-ISO приведены ниже:

- DICOM3.0 стандарт обмена медицинскими изображениями.
- IHE - стандарт интеграции информационных систем.
- HL7 (FAQ, News) - стандарт обмена медицинскими данными.
- ASCI X12 - стандарт обмена электронными документами.
- IEEE P1157 («MEDIX») - стандарт обмена медицинскими данными.
- CDA - стандарт архитектуры клинических документов.
- ASTME3.11 - стандарт обмена данными лабораторных тестов.
- CCOW - стандарт клинического контекста [7].

На данных стандартах обмена медицинской информацией остановимся подробнее ниже.

Фильтрация и очищение информации являются существенными составляющими медицинской практики. Суть этого этапа работы с информацией состоит в отсеивании лишнего. Следует учитывать и то

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обстоятельство, что медицинские данные в отличие от других имеют характерные особенности.

Во-первых, одно и то же заболевание может иметь различные проявления в зависимости от стадии течения болезни и индивидуальных особенностей пациента.

Во-вторых, одинаковые симптомы могут сопутствовать различным заболеваниям, порою значительно отличающихся по прогнозу.

В-третьих, в медицинской практике всегда имеется вероятность пропуска необходимых для принятия решения данных (отсутствие аппаратуры, финансов, неотлаженный алгоритм обследования пациентов).

В-четвертых, при регистрации биологических сигналов от такого сложного объекта, каким является человек, неизбежно возникает большое количество помех, которые не могут быть полностью исключены даже при самой совершенной фильтрации поступающих сигналов.

В-пятых, что самое существенное, окончательное решение медицинской проблемы всегда имеет социально окрашенный характер и, следовательно, последнее слово, вслед за компьютером любой сложности, остается за медицинским работником.

Иногда фильтрацию и сортировку медицинской информации осуществляют вручную, суммируя и последовательно анализируя накапливаемые исследования. В некоторых типах медицинских аппаратов предусмотрены встроенные системы группировки параметров по заданным критериям и устройства автоматического обнаружения ошибок в исследованиях, а также первичная фильтрация зашумленных и деформированных сигналов [8].

Суть этапа кодировки информации состоит в приведении полученных параметров к единой форме, которая удобна и необходима для их обработки на

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

компьютере. Чаще всего применяется двоичное кодирование, заключающееся в том, что все данные представляются в виде последовательности всего двух знаков - 0 и 1. Каждый из этих знаков называется битом (от англ, bit - binary digital). Совокупность таких цифр, составленная в определенной последовательности, позволяет отобразить любой объем данных. Так, например, двумя битами можно кодировать 4 значения данных: 00 11 01 10, тремя битами - уже 8 значений: 000 111 100 011 010 101 110 001. Каждый раз, увеличивая разрядность кодирования на одну единицу, мы в два раза увеличиваем количество информации, подлежащих кодированию. Подобным образом кодируются все целые и действительные числа, а также все алфавиты - русский и иностранные (в основном английский). Современная международная 16-разрядная система кодирования UNICODE позволяет кодировать 65536 различных символов, что достаточно для размещения в компьютере всех существующих на планете языков.

Кодирование графической информации, в частности медицинских изображений – рентгенограмм, ультразвуковых сканограмм, анатомических препаратов, графиков, диаграмм, иллюстраций может выполняться в черно-белом и цветном вариантах. Обычно чернобелые изображения кодируются в 256 уровнях серой шкалы (от абсолютно черного до белого цвета). Цветные изображения кодируются более сложно. Чаще всего применяется принцип декомпозиции цвета на три основных цвета: красный (Red, R), зеленый (Green, G) и синий (Blue, B). Такая система (восьмиразрядная) позволяет кодировать с приемлемым качеством все оттенки цветного изображения. По первым буквам основных цветов она обозначается RGB.

Более совершенной, но и более сложной является система 16-разрядного кодирования (режим High Color). Еще более совершенной является система 24-разрядного кодирования, которая приближается к чувствительности

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

человеческого глаза. Количество оттенков цвета здесь достигает 16,5 млн. Такое изображение называется полноцветным (True Color). При выборе системы кодирования графических изображений следует учесть, что чем большеразрядной она является, тем больше поглощает она аппаратных и программных ресурсов компьютера. Следовательно, при обработке медико-биологических данных и выборе метода кодирования нужно придерживаться принципа разумного и достаточного [8].

Большинство собранной медицинской информации является весьма неоднородной по характеру, имеют разнообразную форму и вид. Наименьшей единицей измерения данных является байт (он равняется 8 битам). Одним байтом, как правило, кодируется один символ текстовой информации. Два логически взаимосвязанных байта составляют слово. Условно 1000 байт составляет 1 Кбайт, 1000 Кбайт = 1 Мбайт, 1000 Мбайт – 1 Гбайт, 1000 Гбайт = 1 Тбайт.

При организации упорядоченных структур медицинской информации пользователь компьютерных технологий должен иметь представление об ориентировочном объеме этих данных. Так, одна страница машинописного текста может иметь объем в зависимости от используемого формата от 10 до 30 Кбайт. Значительный объем имеют медицинские диагностические изображения. В зависимости от размеров матрицы и ее строения изображение органов человека, например, на радионуклидной сцинтиграмме будет иметь объем несколько сот Кбайт, Цифровые же рентгенограммы грудной клетки, кровеносных сосудов, молочных желез по своему объему могут достигать 5-10 Мбайт.

В качестве единицы хранения данных в мединформатике принят файл. Файл - это определенное количество данных, хранящихся в памяти компьютера и имеющих уникальное собственное имя. В медицинской информатике файлом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

могут являться страницы текста (истории болезни, отчеты, отдельные записи), визуальные картины (гистологический срез, ультразвуковая сканограмма, рентгенограмма). Файлами могут быть учебные или иллюстративные видеофильмы, звуковой ряд (музыка, речь, зарегистрированные тоны сердца, сосудистые шумы). Каждый файл имеет атрибуты, которые включают в себя имя файла и тип содержимого, дату и время создания, имя владельца, размер, права и метод доступа к нему. Для идентификации типа файла использую расширения.

Уникальность имени файла очевидна, ибо это обеспечивает единственно правильный путь к нему доступа. Хранение файлов осуществляется в иерархической структуре, которая называется файловой структурой. На вершине файловой структуры указывается имя магнитного носителя. Далее файлы группируются в каталоги, или папки. Внутри каждой папки (каталога) могут быть созданы вложенные папки (каталоги). Характерным примером такой структуры в медицинской документации может служить электронная история болезни.

Полное имя файла включает в себя наряду с собственным именем файла также и путь доступа к нему. Например:

С: \заболевание \инфекционные (легкие \пневмония.doc.

В этом примере: «С» - имя носителя (диска), «заболевание» - адрес коренного каталога, «инфекционные\легкие» - вложенные в каталог папки, «пневмония» - имя файла (страницы), «doc» - расширение файла.

Существуют также другие расширения, которые определяет его тип:.exe, .com - программы, txt, .doc - текстовые файлы (документы), .bmp, .gif, .jpg - графические файлы, .avi - видеофайлы. Необходимо добавить, что только расширения .exe и .com служат признаками исполняемости указанных файлов. Для работы с файлами, имеющими другие расширения, на компьютере

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

пользователя должны быть установлены специальные программные служебные модули.

Структурирование медицинской информации – это упорядочение массива данных по заранее заданному алгоритму. Существует три основных типа структурирования данных: линейный, табличный и иерархический. Для каждого из вышеуказанного типа характерны свой принцип разделения данных и система адресации элементов [9].

Линейные, или списочные, структуры информации состоят из простого перечня элементов данных. Подобную структуру, например, имеет список больных, находящихся в отделении. Чаще всего этот список представляет собою журнал, где каждый пациент зарегистрирован построчно. При этом разделителем элементов является конец каждой строки. Например:

1. Сидоров П. Е.
2. Куликов И. С.
3. Семенов В. П. и т.д.

В таких случаях нахождение нужного элемента решается очень просто: он определяется по номеру строки, например, №2 - Куликов И.С.

Табличные, или матричные, структуры информации представляют собою таблицы, разбитые на ячейки горизонтальными и вертикальными линиями. Совокупность ячеек по горизонтали называется строкой, по вертикали - столбцом. Каждая ячейка содержит отдельный элемент данных (ячейка может быть и пустой). Пример такой структуры информации приведен в таблице 1.

Таблица 1

Табличная структура информации

ФИО пациента	Диагноз заболевания	Температура, ^{0}C	Рост пациента, см	Масса тела пациента, кг
Сидоров П.Е.	Холецистит	37,7	171	87,3

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Куликов И.С.	Панкреатит	38,4	168	66,7
Семенов В.П.	Пневмония	39,1	180	96,6

Другим примером табличной структуризации информации является офисное приложение MS Excel, которое часто используется при обработке медицинской информации.

Адресация элементов в таблицах осуществляется двумя параметрами – номерами (или буквенными указателями) столбца и строки, например, A,7; B,5. В медицинской практике иногда приходится иметь дело с таблицами, все ячейки которых имеют одинаковую длину. Такие таблицы называются матрицами. С матрицами сталкиваются, например, при тестировании биосубстратов, определении диагностической эффективности различных методов исследования. Недостатком линейной и табличной структур данных является неудобство их развития. При добавлении какого-либо нового элемента внутри этих структур будет изменяться адресация всех других элементов.

Ниже приведен пример (рисунок 2) иерархической структуры информации. Она используется при сложной зависимости отдельных элементов, нерегулярности данных, а также при выполнении классификационных схем. Этот принцип лежит также в основе построения файловой структуры хранения информации в компьютерах.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

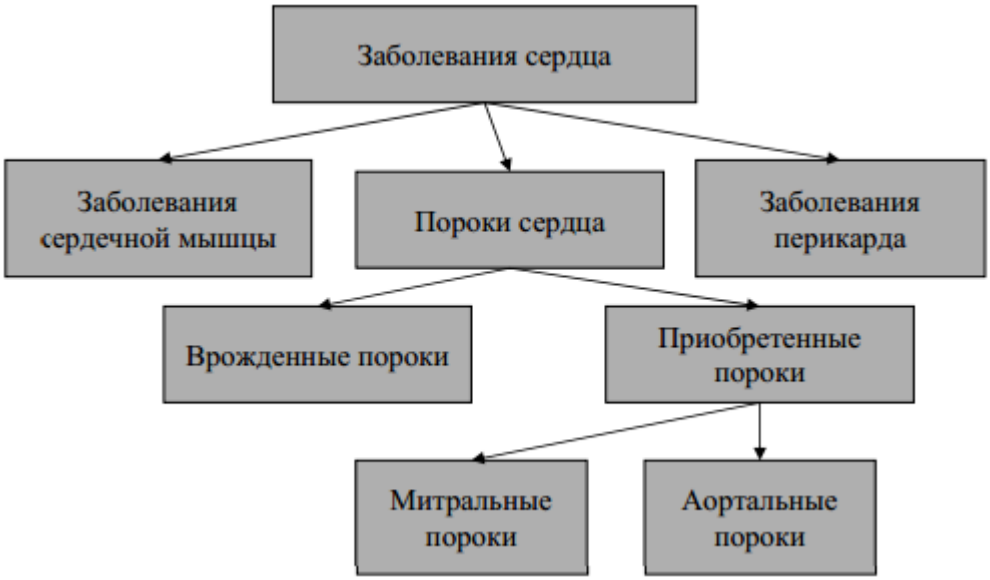


Рисунок 2. Иерархическая структура информации

Адрес элемента в иерархической структуре определяется путем доступа (маршрута), который начинается у вершины структуры и оканчивается в искомом элементе. Так, например, в приведенной схеме доступ к митральным порокам сердца осуществляется по маршруту: заболевания сердца -э приобретенные пороки -» митральные пороки.

Иногда медицинские данные могут представляться более упрощенно - в дихотомическом виде (рисунок 3). В дихотомической схеме построения данных путь доступа к искомому элементу указывать проще и короче. Его можно обозначить как серию поворотов маршрута налево (0) или направо (1) и отобразить в виде двоичной записи. Например, в указанной схеме митральные пороки у взрослых могут быть найдены по маршруту 01.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

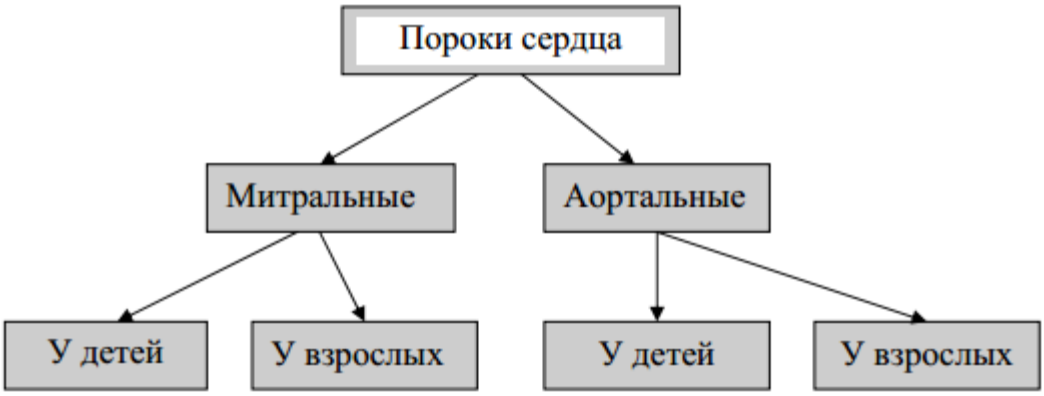


Рисунок 3. Дихотомическая система группировки информации

Преимуществом иерархической и дихотомической структур информации, по сравнению с табличными и списочными методами, является более простой способ развития схемы: при этом необходимо лишь удлинить запись маршрута.

В медицинской практике информация может храниться в различном виде - аналоговом или цифровом, на бумажных или магнитных носителях. Это касается всей медицинской документации, результатов медико-биологических исследований, данных клинического и инструментального обследований пациента. Необходимость в преобразовании информации возникает при изменении формы её хранения, подготовке для компьютерной и статистической обработки, а также при транспортировке [10, 11 – 13].

Часто медицинский работник сталкивается с необходимостью перевести информацию с бумажных на магнитные носители. Письменный или машинописный текст можно ввести в компьютер с помощью сканера или цифровой камеры и получить таким образом факсимильную репродукцию документа. В ряде случаев содержание документа может вводиться в компьютер без промежуточного бумажного носителя, путем непосредственного набора на клавиатуре компьютера (заполнения форм). Такой способ представления данных носит название электронного документа. Преимуществом электронного документа является возможность обработки его средствами офисных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

приложений, в частности текстовым редактором, а также доступность для шифровки содержащихся в нем данных.

При необходимости получить электронную версию документа из факсимильной его репродукции используется компьютерная программа распознавания текста Fine Reader.

Если нужно транспортировать цифровые данные, полученные компьютерным путем, по телефонным линиям связи, которые ориентированы на передачу аналоговых сигналов, служат специальные приспособления - модемы. С их же помощью выполняются также и обратный процесс - перевод полученного аналогового сообщения в цифровой вид.

Значительное распространение в медицинской практике получили аналого-цифровые преобразователи, или сокращенно АЦП. Они обеспечивают преобразование аналогового сигнала, получаемого с различных датчиков биологических функций человека (анализаторов биопотенциалов - ЭКГ, энцефалография, инфракрасные излучения, электрическое сопротивление кожи и др.) в цифровой вид, необходимый для компьютерной обработки. Данное направление особенно широко применяется при мониторинге биологических функций. Значительное распространение АЦП получили в преобразовании аналоговых медицинских изображений в цифровой вид. Это дает хороший эффект при исследовании органов человека средствами лучевой диагностики (рентгенологической, радионуклидной, ультразвуковой), при лапароскопии и эндоскопии. Для обратного преобразования данных - из цифровой формы в аналоговую - служат приборы обратного действия - цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) [14].

При необходимости получить медицинские данные (документы, медицинские диагностические изображения), хранящиеся в магнитной памяти компьютера, на твердых носителях (на бумаге или пленке) используются

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

принтеры, преимущественно лазерные, а также специальные фотокамеры (лазерные, инфракрасные, работающие в зоне видимой части светового спектра).

Общеизвестна достаточно высокая стоимость хранения информации на магнитных носителях и особенно передачи их по линиям связи, поэтому существует необходимость, по возможности, уменьшать их объем, разумеется, не жертвуя при этом их качеством.

Информация, циркулирующих в медицине, является в той или иной степени избыточной (и очень редко недостаточной). Степень этой избыточности зависит от вида информации. Так, видеофильм, получаемый, например, при рентгеноконтрастном исследовании сердца, или аускультативный звуковой ряд имеют степень избыточности в несколько раз большую, чем графическая информация (рентгенограмма контрастированного сердца при том же исследовании). В свою очередь, избыточность графической информации значительно превышает таковую у текстовой.

В медицинской практике избыточность используется для повышения качества информации. На этом принципе строятся многие статистические выкладки. Увеличение количества данных улучшает качество восприятия их человеком, например, видеофильма или звука. Одна при хранении и передаче данных по каналам связи величина их объема приобретает критическое значение. Поэтому в информационных технологиях широкое распространение получили методы сжатия данных. Близкий по содержанию к нему термин - архивация данных. Осуществляют эти операции с данными с помощью программ, называемых архиваторами.

Выделяют два варианта сжатия (архивации):

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1. Сжатие (архивация) файлов и папок, которое применяется при подготовке данных к хранению, особенно на переносных магнитных носителях, и транспортировке их по электронным каналам связи.

2. Сжатие (архивация) дисков используется в целях увеличения их рабочего пространства.

Обе эти процедуры могут выполняться двумя способами:

1) с частичной потерей данных при последующем разархивировании папок и файлов;

2) с полным восстановлением содержания данных при разархивировании.

Первый способ позволяет сжать исходную совокупность данных в десятки раз. Он применяется при работе с данными, для которых потеря их части существенно не отражается на их использовании и восприятии: медицинские изображения, рисунки, мультимедийные комплексы, звукозапись. Следует, однако, отметить, что сжатие медицинских изображений (рентгенограмм, томограмм и др.) более чем в 5 раз приводит к некоторым искажениям, которые нужно учитывать в практической работе медицинского учреждения. Второй способ более щадящий: совокупность данных сжимается всего в несколько раз, иногда всего в 1,5-2 раза. Это сжатие применяется для тех данных, при разархивировании которых утрата даже небольшой их доли существенно отражается на их содержании. К таким данным относятся все текстовые документы, базы данных, программы [8].

Основными программами для сжатия данных с потерей являются: для графических данных - JPG, для видеофильмов - MPG, для звукозаписи - .MP3. Характерными программами (точнее форматами) для сжатия данных без их потери при разархивировании являются: для графических данных - GIF, TIF, PCX, .DjVu, для видеофильмов - .AVI, для любых типов данных - ARJ, ZIP, .RAR. При

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

разархивировании (распаковке) данных применяют программы PKUNZIP.EXE, UNRAR.EXE и некоторые другие.

Следует учесть, что если сжатые данные передаются другому лицу - по каналам связи или на внешних носителях - у получателя этих данных должны быть программы по адекватному их разархивированию. Если таковой у получателя нет, отправляющий должен прикрепить к отправляемому архиву короткий специальный программный модуль. Такие архивы данных носят названия самораспаковывающихся. Их наименование заканчивается расширением .EXE [10].

Необходимо отметить, что современное программное обеспечение позволяет не только осуществлять архивацию и раз- архивацию файлов и папок, но помогает также выполнять ряд дополнительных функций. С его помощью можно осуществлять тестирование архивов, восстановление поврежденных архивов, извлечение одного или нескольких требующихся файлов из архива и добавление в него новых, создание распределенных архивов на нескольких переносных носителях или на жестком диске (например, программы .WINZIP, .WINRAR). Такие программные средства носят название диспетчеров архивов.

При хранении медицинской информации на магнитных носителях, особенно когда они циркулируют по локальным внутрибольничным сетям и уж тем более, когда они передаются по Интернету, возникает необходимость защиты данных от несанкционированного доступа. Нежелательность подобного постороннего доступа к больничным документам очевидна. Это не только медицинская проблема сохранения врачебной тайны, но в значительной степени проблема также юридическая и финансовая.

Наиболее просто защита информации в архивах осуществляется с помощью паролей (password), запрашиваемых при попытке запустить требуемый файл. Иногда дополнительно запрашивается имя пользователя (login)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

для авторизации доступа к искомым данным. Следует учесть, что в принципе любой пароль может быть вскрыт путем перебора. Поэтому защита паролем применяется к данным, не имеющим особой важности. И, тем не менее, он достаточно широко распространен в медицинских компьютерных технологиях. Нелишне отметить, что стойкость пароля возрастает: во-первых, с увеличением количества знаков, составляющих пароль, во- вторых, с введением в него знаков препинания или специальных символов, и, в-третьих, при использовании русского алфавита.

Более серьезный способ уберечь данные от несанкционированного доступа - использовать метод шифрования (т.е. применить к документу ключ). Существует специальная наука о шифровании информации - криптография. При использовании ключа данные уже не могут быть восстановлены с помощью стандартных программных средств. Лишь человек, владеющий ключом, может прочесть нужный ему документ. При передаче данных по корпоративным сетям или через Интернет получатель документа, оба пользователя на обоих концах цепочки - и отправитель, и получатель, естественно, должны иметь эти ключи.

При передачи медицинской информации по коммуникационным сетям используют два вида шифрования: симметричный и асимметричный. В первом случае оба пользователя применяют для криптографического процесса один и тот же ключ. Неудобство такого метода очевидно: отправитель должен каким-то образом передать шифровальный ключ, что представляет собою трудную проблему.

При асимметричном шифровании используют два разных ключа: открытый (public - публичный) и закрытый (private - личный). Ключи устроены таким образом, что документ, зашифрованный одним ключом, можно расшифровать только другим ключом. Каждый участник обмена данными имеет в своем распоряжении одну пару ключей - открытый и закрытый. Идея такого

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

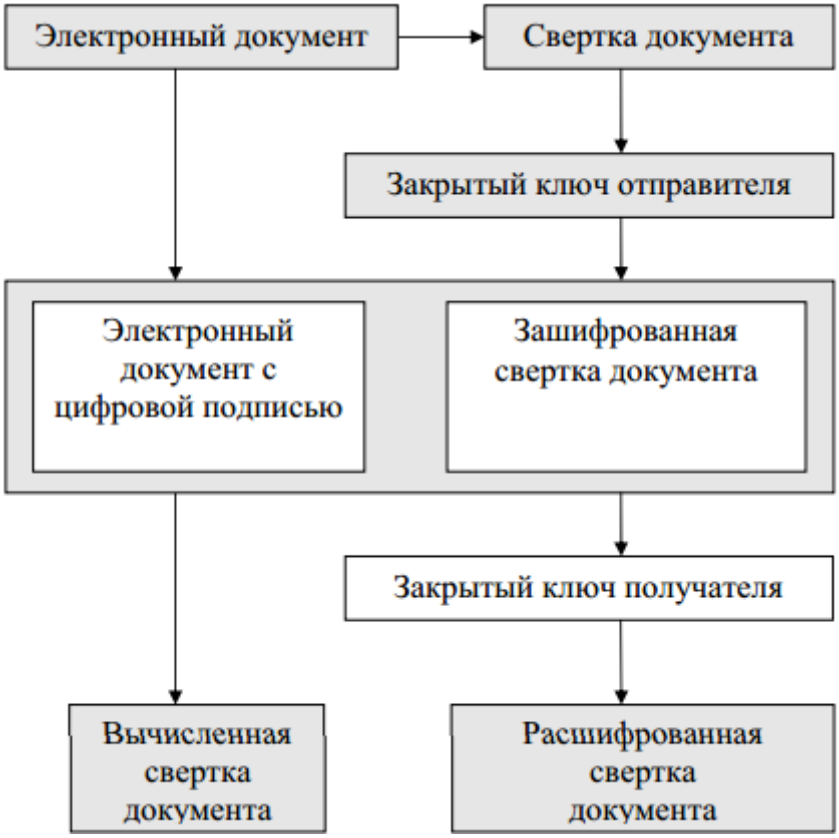
подхода состоит в том, что обменивающиеся данными люди широко распространяют свой открытый ключ (например, публикуя его на сервере), но надежно сохраняют свой личный ключ. Криптостойкость ключей определяется их размерами (в битах). Чем больше бит содержит ключ, тем труднее он поддается взлому. Современные ключи имеют размерность 64-128 бит и выше. Шифрование с ключом 128 бит и выше считается сильным. Вместе с тем более длинные ключи имеют более сложные алгоритмы дешифровки и требуют больших аппаратных ресурсов.

Например, отправитель данных (первый пользователь) шифрует свое сообщение открытым ключом получателя (второго пользователя). Второй пользователь дешифрует полученное сообщение своим личным ключом. Обратное сообщение второй пользователь шифрует своим закрытым ключом, которое первый пользователь дешифрует открытым ключом второго пользователя. Таким образом, первый пользователь абсолютно уверен в том, что его послание получено нужным адресатом и никем иным. Асимметричное шифрование получило особенно широкое распространение в телемедицине, банковском деле, при обмене данными между коммерческими организациями.

При обмене медицинскими документами, имеющими важное юридическое значение, актуальным вопросом становятся авторизация отправителя и удостоверение в подлинности полученного документа. Осуществляется это путем электронной подписи, положение о которой регламентируется Законом РФ «Об электронной цифровой подписи» от 10.01.2002 №1-ФЗ. Цифровая подпись основана на асимметричной процедуре шифрования и, следовательно, она обеспечивается такой же парой ключей - открытым (публичным) и личным (закрытым) ключами. Так, например, если лечебное учреждение отправляет банку поручение на работу со своим счетом, оно кодируется публичным ключом банка, а личная подпись - личным ключом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

руководителя учреждения. Банк расшифровывает поручение своим закрытым ключом, а подпись руководителя - его публичным ключом [11].



Если свертки совпадают – документ подлинный

Рисунок 4. Процедура работы с зашифрованными документами

Все ключи пользователей подлежат обязательной сертификации. Осуществляет это специальное подразделение лечебного учреждения, которое состоит из электронного реестра сертификатов (база данных с открытыми ключами пользователей), бюро регистрации сотрудников и, наконец, удостоверяющий центр, в котором выполняется авторизация пользователей. В физическом плане электронный ключ представляет собою машинный магнитный носитель (флэш-карта), который содержит в себе программы чтения-записи и генерации ключей, шифрования и цифровой подписи документа.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В России федеральным законом № 63-ФЗ от 6 апреля 2011 г. наименование «электронная цифровая подпись» заменено словами «электронная подпись» (аббревиатура — «ЭП»). Она должна обязательно иметь сертификат ключей, полученный в Национальном удостоверяющем центре.В приложениях MicrosoftOffice 2010 Word, PowerPoint, Excel и Info Path имеются встроенные инструменты для организации электронной подписи документов.

Существуют также сеансовые (сессионные) ключи. Они создаются двумя пользователями, обычно для защиты канала связи. Сеансовым ключом является общий секрет — информация, которая вырабатывается на основе секретного ключа одной стороны и открытого ключа другой стороны. Подключи — это ключевая информация, которая вырабатывается в процессе работы криптографического алгоритма на основе ключа. Обычно подключи вырабатываются при процедуре развертывания ключа

В заключение следует отметить, что теоретически все пароли, шифры и ключи, даже очень сложные, в принципе могут быть открыты методом перебора и раскрытия криптографических алгоритмов на суперкомпьютере. Об этом свидетельствует вся последняя история компьютерных телекоммуникаций. Вопрос заключается в другом - насколько приемлемой окажется цена и продолжительность такой работы сопоставимо с ценностью зашифрованных данных.

Транспортировка медицинской информации осуществляется двумя путями: передачей от пользователя к пользователю бумажных, оптических или магнитных носителей, либо через коммуникационные каналы связи. Пропускная способность телекоммуникационных каналов связи измеряется в бит/с (Кбит/с, Мбит/с, Тбит/с).

Оптоволоконная сеть обладает наибольшей пропускной способностью и в настоящее время является наиболее прогрессивным видом связи. Волоконно-

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

оптический кабель имеет пропускную способность, равную 100-1000 Мбит/с и использует в качестве носителя электромагнитного сигнала оптический ближний инфракрасный диапазон. В зависимости от типа кабеля (одно- или многомодовый) предельная дальность передачи данных может достигать 50 км. Передача данных с коммутацией пакетов по линиям телефонной связи - наиболее дешевая, но и наименее стабильная. Дальность передачи данных не ограничена. Однако пропускная способность канала весьма невелика - всего 25-56 кбит/с. Передача данных по сети ISDN (англ. Integrated Services Digital Network) — цифровая сеть с интеграцией обслуживания. Позволяет совместить услуги телефонной связи и обмена данными с коммутацией каналов, обеспечивает приемлемую стабильность и удовлетворительную пропускную возможность: от 64 Кбит/с (ISDN BRI) до 2 Мбит/с (ISDN PRI). Дальность передачи данных не ограничена.

Получает распространение на рынке телекоммуникационных услуг технология WAP (Wireless Application Protocol - протокол беспроводной связи). Протокол позволяет осуществлять выход в Интернет через мобильный телефон.

В последние годы все большое значение приобретает доступ в Интернет через спутник. С этой целью используются специальные спутниковые модемы, которые соединяются с компьютером через USD-разъем. Подобные устройства встраиваются также в мобильный телефон (спутниковый телефон). Это дает возможность создавать услуги по мобильной телемедицине. Другое решение коммуникации через спутник - технология VSAT (Very Small Aperture Terminal). Сеть спутниковой связи на базе VSAT включает в себя три основных элемента: центральная земная станция, спутник-ретранслятор и абонентские VSAT терминалы. При этом используется малая спутниковая наземная станция, то есть терминал с маленькой антенной. На основе КЗДГ-технологии возможно построение мультисервисных сетей, которые включают в себя все современные

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

услуги связи: телефонную связь, доступ в Интернет, построение локальных VPN-сетей, передачу аудио- и видеоинформации, резервирование существующих каналов связи, сбор данных, мониторинг дистанционных, в том числе телемедицинских устройств [11].

Технология беспроводной связи Wi-Fi предназначена (Wireless Fidelity - «беспроводная точность») в основном для передачи данных внутри корпоративных сетей и дистанционного подключения к сети Интернет, пропускная его способность в стандарте 802.11g достигает 54 Мбит/с, в стандарте 803.11п- 480 Мбит/с, радиус связи - несколько сот метров. В настоящее время во всех странах и городах имеются многочисленные точки доступа к Wi-Fi - в гостиницах, на улицах, в самолетах, поездах и даже некоторых трамваях и автобусах. На картах многих городов нашей страны, размещенных в Интернете, можно увидеть все точки доступа к этой услуге связи. Таким образом, технология Wi-Fi создает все предпосылки для дистанционной медицины и оперативного общения людей между собою. В последнее время получает распространение технология мобильной связи по стандарту 3G (от англ, thirdgeneration – третье поколение) – набор услуг, который объединяет как высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет, так и технологию радиосвязи, которая создаёт канал передачи данных.

Библиографический список

1. Гайдышев И.П. Возможности оцифровки изображений для телемедицины // Гений ортопедии. -2015.- №3. – С.102-105.

2. Винарова Ж., Михова П. Медицинска информатика.- София:Изд-во НБУ,2013.- 432 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

3. Винарова Ж., Михова П., Тонев С., Петков А. Електронно здравеопазване.- София: Летера, 2011.-344 с.

4. Власов В.В. Эффективность диагностических исследований. – М.: Медицина, 2014. – 147 с.

5. Власов В.В. Введение в доказательную медицину. М.: Медиа Сфера, 20011. – 259 с.

6. Гельман В.Я. Медицинская информатика. Практикум. СПб.: ПИТЕР, 2011.

7. Информатика. Под ред. Н.В Макаровой. – СПб.: Финансы и статистика, 2011. – 156 с.

8. Информатика. Базовый курс/ Под ред. С.В. Симоновича. 2-е изд. СПб. : ПИТЕР, 2013. – 287 с

9. Королюк И.П. Введение в медицинскую информатику: Учебное пособие. – Куйбышев, 2009.

10. Королюк И.П. Основы медицинской информатики. Самара: Офорт, 2006.

11. Котельников Г.П., Шпигель А С. Доказательная медицина. Научно-обоснованная медицинская практика. 2-е изд. – Самара, 2007.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 57.08

Солянина Е.Ю. Исследование перспективных биомедицинских систем

Investigation of promising biomedical systems

Солянина Елена Юрьевна,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Solyanina Elena Yurievna,
Southwestern State University, Kursk

Аннотация. *В настоящее время среди классических субклинических и клинических дисциплин прочно утвердилась клиническая информатика - научно-прикладная отрасль медицинского знания, предметом которой является использование электронных информационных технологий в практической и теоретической медицине. Одним из главных разделов клинической информатики является телемедицина. Чаще всего под телемедициной подразумевают дистанционное оказание медицинской помощи с помощью компьютеров и средств телекоммуникационной связи. В библиографической Интернет-базе MEDLINE термин "телемедицина" впервые использован в 1974 году. В более ранних работах встречаются термины «телегнозия» (одноименная работа J. Gershon Conen и A. G. Cooley, 1950 г.), телепсихиатрия, диагноз с помощью телевидения, «консультация с помощью телевидения». В конце 1980-годов были опубликованы первые военные разработки в области телемедицины. В 1993 году телемедицина выделена в отдельную международную библиографическую рубрику. Хотя термин «телемедицина» и стал особенно популярным в 1990-х годах основы телемедицины возникли гораздо раньше.*

Еще в начале XX века были предприняты попытки передачи медицинской информации с использованием недавно появившейся телефонной связи.

В середине XX века в медицине возникла новая отрасль - биорадиотелеметрия (или просто - телеметрия) - регистрация, передача и мониторинг физиологических параметров человека на расстоянии, как в покое, так и в процессе выполнения им определенной деятельности.

Стремительное развитие этой отрасли связано, прежде всего, с успехами космических программ СССР и США – необходимость постоянного контроля за состоянием здоровья астронавтов.

Быстрое развитие технологий радиосвязи позволило использовать телеметрию в спортивной, аэрокосмической медицине, для изучения состояния здоровья трудящихся и т. д.

Ключевые слова: *телемедицина, биомедицинские системы.*

Abstract. *Currently, among the classical subclinical and clinical disciplines, clinical informatics has been firmly established - the scientific and applied branch of medical knowledge, the subject of which is the use of electronic information technologies in practical and theoretical medicine. One of the main sections of clinical informatics is telemedicine. Most often, telemedicine is understood as the remote provision of medical assistance by computers and telecommunications. In the MEDLINE bibliographic Internet, the term "telemedicine" was first used in 1974. In earlier works, the terms "telnognosy" (the same name by J. Gershon Conen and A. G. Cooley, 1950), telepsychiatry, diagnosis through television, "television*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

consultation" are found. In the late 1980s, the first military developments in the field of telemedicine were published. In 1993, telemedicine was separated into a separate international bibliographic rubric. Although the term "telemedicine" became especially popular in the 1990s, the foundations of telemedicine arose much earlier.

As early as the beginning of the twentieth century, attempts were made to transmit medical information using the recently introduced telephone system.

In the middle of the 20th century, a new branch of medicine appeared in medicine - bio-radiotelemetry (or simply telemetry) - registration, transmission and monitoring of physiological parameters of a person at a distance, both at rest and in the process of performing certain activities.

The rapid development of this industry is primarily due to the successes of the space programs of the USSR and the USA - the need for constant monitoring of the health of astronauts.

The rapid development of radio communication technology allowed the use of telemetry in sports, aerospace medicine, to study the health status of workers, etc.

Keywords: *telemedicine, biomedical systems.*

Большинство современных телемедицинских систем созданы на базе глобальной компьютерной сети Интернет. С помощью телемедицины стало реальным объединение лечебно-профилактических учреждений, медицинских учебных заведений, отдельных специалистов в единые информационно-консультативные и учебные компьютерные сети. Столкнувшись с трудным клиническим случаем, любой врач может получить совет у специалиста из любой удаленной точки. Кроме большого клинического значения, телемедицина весьма выгода в экономическом плане - она позволяет существенно снизить командировочные расходы, траты на обеспечение служб "Скорой помощи " и "Санавиации", уменьшить количество осложнений (а соответственно снизить расходы на повторное лечение), сократить срок пребывания пациента в стационаре и т.д.

В современной телемедицине активно развивается новая отрасль – дистанционное управление диагностической и хирургической аппаратурой. В

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

настоящее время созданы реально действующие хирургические эндоскопические роботы, дистанционные микроскопы, офтальмоскопы и др.

Пациент-центрированная телемедицина (телемедицина «Врач-Пациент») - прямое дистанционное взаимодействие пациента и медицинского работника с целью уточнения (определение) диагноза, выбора метода лечения, назначения, коррекции или контроля медикаментозной терапии, контроля и интерпретации параметров жизнедеятельности, решения организационно-логистических вопросов, формирования индивидуальных программ профилактических или реабилитационных мероприятий.

Данная концепция представляет собой эволюцию таких форм телемедицины, как домашняя и индивидуальная. Домашняя телемедицина (телездоровье) – это диагностическо-лечебные приборы и иные медицинские технологии и услуги, интегрируемые с помощью специального устройства (монитора) и/или домашнего персонального компьютера и предназначенные для постоянной дистанционной медицинской поддержки пациента в бытовых условиях. А индивидуальная телемедицина – это круглосуточное предоставление медицинской помощи, медицинских и смежных услуг, постоянное медицинское сопровождение посредством специализированных индивидуальных телекоммуникационных устройств в точке необходимости. Сопутствующими терминами являются: цифровое здоровье, Интернет-, кибер-медицина – предоставление услуг и информации, связанных со здоровьем и медициной, посредством телекоммуникаций, Интернет [1].

С методологической точки зрения правильным является объединение всех указанных понятий в термин «пациент-центрированная телемедицина»

Цель пациент-центрированной телемедицины - контроль и управление образом жизни и состоянием здоровья (включая контроль патологических

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

процессов, обеспечение приверженности к лечению и т.д.) человека, находящегося в привычной жизненной обстановке.

Фактически, каждый человек желает получать весь объем медицинской помощи (профилактической, экстренной, плановой и т.д.) в том месте, где он находится в данное время (в точке необходимости). Соответственно, пациент-центрированная телемедицина реализуется путем предоставления медицинских и связанных со здоровьем услуг в точке необходимости посредством информационно-коммуникационных технологий.

Начиная, приблизительно, с 2005 года в глобальной перспективе получила распространение концепция пациент-центрированного здравоохранения, под которым наиболее часто понимают активное вовлечение пациентов и их семей в разработку новых моделей медицинской помощи и принятие решений для индивидуализации лечебно-диагностического процесса [2].

А также - предоставление помощи с учетом индивидуальных предпочтений, потребностей и личностных ценностей пациента, а также при участии пациента в формировании клинических решений.

Существуют три основные формы услуг пациент-центрированной телемедицины.

Навигационная – консультирование пациентов посредством защищенных информационно-коммуникационных систем по вопросам организации, финансирования и логистики медицинской помощи (но не по клиническим, лечебно-диагностическим вопросам).

Предварительная – дистанционная интерпретация результатов единичного диагностического исследования в условиях ограниченной информации для формулировки предварительного диагноза или скрининга с последующим определением плана исследований.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Лечебно-диагностическая - дистанционные медицинские услуги (консультации, мониторинг и т.д.), оказываемые в период амбулаторного, восстановительного лечения, при диспансерном наблюдении или в период ведения беременности после полномасштабного очного наблюдения (исследования, лечения) пациента в условиях медицинской организации [2].

Первая форма реализуется посредством типового контакт-центра – аппаратно-программного комплекса, использующего максимально широкий спектр телекоммуникационных технологий (телефонная связь, электронная почта, мессенджеры, IP-телефония, веб сервисы и т.д. и т.п.) для оказания информационных (но не медицинских!) услуг в сфере здравоохранения.

С системотехнической точки зрения для реализации услуг (вторая и третья формы) пациент-центрированной телемедицины требуется инфраструктура, основными компонентами которой являются [3]:

- персональное устройство и средства связи с медицинской организацией;
- контакт-центр;
- линия связи.

Персональные устройства представляют собой медицинские и пара-медицинские приборы для использования в условиях обычной жизнедеятельности в целях контроля состояния здоровья. В общем виде они представляют собой датчики для фиксации физиологической информации, характеристик окружающей среды, жизнедеятельности и т.д.

Далее представлены описания типовых решений, используемых для пациент-центрированных дистанционных услуг [3].

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

а) Приборы для мониторинга физиологических параметров (медицинские устройства) – представляют собой стандартные устройства для съема, фиксирования, определения критичных для пациента физиологических параметров (ЭКГ, сатурации, уровня глюкозы, колебаний веса, коагулограммы и т.д.). Отличительная особенность – максимальная простота использования, адаптация к нуждам, возможностям и навыкам пациентов (рисунок 1). Данные от приборов могут поступать в базу данных контакт-центра непосредственно (при наличии встроенных модулей беспроводной связи) или с помощью «посредника» - персонального компьютера, копьютеризированного интерактивного устройства (платформы, «хаба»), мобильного устройства связи.

Рисунок 1. Персональный прибор для съема ЭКГ в 1 отведении (для фиксации ЭКГ в 1 отведении достаточно приложить прибор к грудной клетке в нужной точке).

б) Приборы для ассистирования, контроля и управления (парамедицинские устройства)– устройства для помощи пациенту в лечении, выполнении медицинских назначений, учета правильности и графика выполнения таковых, контроля состояния пациента, например, системы контроля приема

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

медикаментов, оповещающие контакт-центр с помощью SMS-сообщений о приеме медикаментов пациентом (рисунок 2). Системы видеонаблюдения с анализом изображения (если пациент длительно находится без движений – система выдает сообщение о возможном бессознательном состоянии и автоматически оповещает службу скорой помощи и контакт-центр).

Рисунок 2. Прибор для управления (медикаменты рассортированы по контейнерам; согласно программе прибор извещает пациента о необходимости приема нужного количества таблеток из нужного контейнера) и контроля (если пациент многократно пропустил прием медикаментов прибор автоматически извещает call-центр о возможной недееспособности подопечного).

в) Прибор для тревоги (медицинские или пара медицинские устройства) – постоянно носимые датчики основных витальных функций (ЭКГ, энцефалограммы). В случае «сбоя» (явлений аритмии, ишемии, приближения эпи приступа и т.д.) сигнал с датчика автоматически передается в контакт-центр

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

(чаще всего с помощью SMS) для принятия экстренных мер. Приборы для тревоги работают минуя монитор-интегратор. Подобные устройства зачастую оснащают датчиками глобального позиционирования и/или положения тела в пространстве. Данные приборы позволяют не только обнаружить нарушение витальных функций (ауру эпилептического приступа, нарушение ритма и т.д.), но и определить степень нарушения сознания и место нахождение пациента (для немедленного направления к нему бригады скорой медицинской помощи).

Вариантом является, так называемая, «тревожная кнопка» - носимое устройство (браслет или кулон со встроенным модулем беспроводной связи) или мобильный телефон – позволяющая экстренно связаться с контакт-центром или службами спасения.

г) Носимые устройства (медицинские или пара медицинские устройства) - портативные персональные электронные приборы (реализованные в виде аксессуаров, одежды, украшений или элементов мобильных средств связи), способные интерактивно взаимодействовать с окружающей средой и пользователем, фиксировать, накапливать и транслировать определенные виды информации, связанной со здоровьем.

В последнее время методы и системотехнические решения «мобильного здоровья - mHealth» все в большей мере становятся универсальной платформой именно для пациент-центрированной телемедицины [4]. Место стационарных комплексов и персональных компьютеров уверенно занимают доступные, практические и не менее функциональные смартфоны и планшеты. Они позволяют накапливать информацию (как вводимую вручную, так и транслируемую диагностическими приборами), осуществлять ее первичный скринирующий анализ, формировать рекомендации по повышению самоэффективности и соблюдению здорового образа жизни, а при

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

необходимости – осуществить взаимодействие с доверенным врачом или медицинской организацией. В настоящее время существует большое количество носимых устройств, которые прямо или косвенно используются в целях пациент-центрированного здравоохранения. В большинстве случаев (около 38,0%) применяются различные трекеры активности в виде браслетов, клипс, а также – комбинации встроенных датчиков смартфонов с мобильными приложениями.

Вторыми по частоте используемости являются носимые устройства с инерционными датчиками (около 20,0%), обычно они также реализовываются в виде браслетов или клипс. Третье место занимают датчики электрокардиосигнала (около 12,0%) как в виде классических электродов, так и в виде «пластыря»[4].

Также применяются «электронные таблетки», «умные» очки, экзоскелеты, «умная» одежда со встроенными датчиками, аксессуары с RFID-метками или ультразвуковыми радарами, датчики кожно-гальванических реакций, стельки с датчиками давления и GPS-модулем, миникомпьютеры со встроенной камерой и «тревожной» кнопкой и т.д.. Однако использование таких устройств в настоящее время еще не носит системного характера, а в публикациях освещается лишь вопрос используемости (реже – технико-экономического обоснования).

Носимые устройства применяются в различных сферах пациент-центрированной телемедицины, наиболее часто обеспечивая:

- длительный трекинг показателей физической активности (количество шагов, потраченных калорий, длительность периодов различных видов

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

деятельности, частота пульса) и питания (индекс массы тела, количество полученных калорий, частота и длительность приемов пищи и т.д.);

- ассистирование и мониторинг состояния пациентов неврологического профиля (чаще, страдающих болезнью (синдромом) Паркинсона;

- восстановительная медицина (реабилитология);

- гериатрия, внутренние болезни (кардиология, пульмонология, нефрология);

- научные исследования (фактически носимые устройства представляют собой новое поколение систем динамической биотелеметрии) [4].

Мониторинг (отслеживание) или трекинг физической активности является, в настоящее время, одной из самых распространенных форм применения носимых устройств.

Существует два принципиально различных вида решений для трекинга (рисунок 3):

- специальные приборы – фитнесс-трекеры (реализуются в виде браслетов, клипс или иных аксессуаров, имеют возможность передавать данные на мобильные устройства (смартфоны, планшетные компьютеры), в личный кабинет, социальные сети),

- смартфоны со встроенными акселерометрами и гироскопами в сочетании со специальными мобильными приложениями [5].

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 3. Типичные трекеры активности (в виде браслета, клипсы, часов с датчиком частоты пульса)

Наметился переход от демонстрации принципиальной возможности использования трекеров активности в практической медицине к разработке методик. В частности, в реабилитации пациентов нейрохирургического профиля проводится подсчет количества шагов с помощью носимых устройств (клипс в области голеностопного сустава) для мониторинга прогресса лечения.

Комбинированное применения трекеров активности и иных видов носимых устройств привело к формированию нового метода обследования – ситуационной оценке активности. На ее основе становится возможным сформировать действительно индивидуальные рекомендации и планы лечения, действительно перейти к реализации пациент-центрированного здравоохранения на практике. Комплекс оборудования (трекер активности, носимая портативная видеокамера, датчик географического позиционирования (GPS)) применялся у взрослых и детей с кардиометаболическими рисками, выраженной гиподинамией. Сопоставление показателей активности, местонахождения человека в тот или иной период дня, а также видов деятельности, совершаемых при этом, позволило четко выявить периоды, усиливающие связанные со здоровьем риски. Таким образом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

выполняется не просто трекинг, но маппирование физической активности в разные временные периоды. Становится возможным разработать действительно индивидуальные планы лечения, тренировок, профилактических мероприятий, направленные на минимизацию негативного влияния «проблемных точек» - длительных эпизодов бездействия, сидячего положения и т.д. В данном случае можно говорить о профессиональном врачебном анализе и контроле физической активности посредством носимых устройств [5].

Носимые трекеры активности, инерционные и иные датчики (например, кожно-гальванических реакций, электромиографические) стали новым поколением устройств – инструментов динамической биотелеметрии. Посредством трекинга изучаются зависимости между уровнем физической активности и динамикой колебаний артериального давления, осуществляется прогнозирование степени стресса по вариабельности сердечного ритма в процессе трудовой деятельности. Инерционные датчики применяются для оценки биомеханических показателей в ортопедии, спортивной медицине. В контексте динамической биотелеметрии носимые устройства являются удобным и достаточно точным инструментом получения новых данных.

Контакт-центр (центр телемониторинга) – аппаратно-программный комплекс для взаимодействия с персональными устройствами и медико-информационного сопровождения. Персонал центра телемониторинга состоит из медицинских сестер, прошедших определенную подготовку (рисунок 4 – 5). В основе их работы лежать стандартизированные сценарии обработки ситуаций [6].

Основные задачи контакт-центра:

- автоматизированный анализ в режиме реального времени информации о состоянии здоровья пациента;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 4. Рабочее окно программного обеспечения контакт-центра (центра телемониторинга) – система автоматически определила и отметила пациентов с нарушениями тех или иных физиологических функций

- оперативное реагирование на изменения в состоянии здоровья пациента в соответствии со стандартизированными сценариями;

- обучение и сопровождение пациентов по вопросам использования приборов для телемедицинских услуг;

- обработка входящих сообщений, реализация исходящих сообщений.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 5. Рабочее место медицинской сестры контакт-центра (центра телемониторинга)

Основа контакт-центра – компьютеризированная приемная станция, осуществляющая собственно получение, дешифровку, анализ, накопление и обработку сигналов от персональных устройств пациентов. Обычно одно рабочее место контакт-центра дистанционно обслуживает от 100 до 500 стационарных персональных устройств. Основой программного обеспечения контакт-центра является система управления взаимодействиями с пациентами (специализированная CRM-система), интегрированная с медицинской информационной системой или отдельной медицинской базой данных. Программное обеспечение контакт-центра автоматически производит фильтрацию и отбор пациентов и/или записей с отклонениями от заданных параметров [6].

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для трансляции медицинской информации используются следующие основные виды телекоммуникаций:

- телефония (стационарная и мобильная, включая SMS и MMS-сообщения);

- IP-протокол (Интернет, в том числе – мобильный доступ).

В основе современной пациент-центрированной телемедицины положено мобильное здоровье (mHealth) - широкое использование сотовой (мобильной) связи и беспроводного Интернета (GPRS, EDGE, CDMA, 3G и выше).

В системах пациент-центрированной телемедицины защита передаваемой информации осуществляется различными программно-аппаратными средствами (прежде всего криптографическими) [6].

Биотелеметрия (в аэрокосмической медицине) – это способ непрерывного оперативного медицинского (врачебного) контроля и прогнозирования психофизиологического состояния человека в полёте. Малая (бортовая) биотелеметрия – фиксация физиологичесих параметров и передача по выделенному радиоканалу соответствующей информации с «прибора пациент» космонавта, выполняющего выход в открытый космос, на бортовую приемную станцию космического корабля.

Основные задачи космической биотелеметрии:

- осуществление эффективного контроля процессов адаптации организма человека к условиям полета и поддержания гомеостаза на новом уровне;

- диагностика и лечение заболеваний, возникших у космонавтов во время космического полета [7].

Именно развитие космонавтики обеспечило появление и стремительное развитие биотелеметрических систем. Биотелеметрия является средством получения информации и контроля за состоянием космонавтов, она

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обеспечивает постоянный медицинский контроль состояния здоровья членов экипажей космических и воздушных кораблей.

В авиационной медицине анализ данных биотелеметрии обеспечивает:

- физиологическое нормирование лётной нагрузки;

- выявление и устранение дефектов предполётного медицинского контроля и врачебно-лётной экспертизы;

- обоснование индивидуальной экспертной оценки профессиональной пригодности;

- диагностику предболезненных состояний, случаев внезапной потери сознания и реконструкции состояния лётчика в период, предшествующий критическому моменту полёта.

Биотелеметрические показатели пилота записываются на бортовые и наземные накопители и учитываются при анализе причин лётных происшествий. Однако, следует отметить, что в гражданской авиации биотелемтерия широкого распросранения пока не получила. Ведущими параметрами для регистрации и передачи в космической биотелеметрии являются: частота пульса, электрокардиограмма, частота дыхания, характер дыхательных движений, электроокулограмма, электроэнцефалограмма, кожногальванические реакции. Помимо стандартного набора физиологических показателей космические биотелеметрические системы используются для удаленной регистрации и ряда специфических видов информации: давление и температура в кабине и подскафандровом пространстве, влажность, состав газовой среды, уровень радиации и т.д. В настоящее время помимо индивидуальных телеметрических систем используются бортовые разновидности мобильных телемедицинских систем с возможностью проведения дистанционного обследования и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

телеконсультирования в реальном времени (с высокоскоростной передачей аудио- и видеоинформации, медицинских данных) [7].

Биотелеметрия в условиях стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений применяется для оперативного наблюдения за пациентами с угрозой резкого нарушения витальных функций (наиболее часто – со стороны сердечно сосудистой системы). Прибор пациента включает измерительные, записывающие и передающие устройства. Функция сигнала тревоги обеспечивает оповещение медицинского персонала о жизнеугрожающем состоянии (иногда даже до появления клинических симптомов и ощущаемого ухудшения состояния пациента). Накопленные данные используются для уточнения диагноза, изучения динамики состояния пациента [8].

Для передачи данных используются радиоканалы: УКВ, ISM Band (Industrial Scientific Medical Band) 902-928 МГц, 2,4-2,5 ГГц, цифровые каналы Wi-Fi, bluetooth. Особенностями современных клинических систем является их малый вес, эргономичность, алгоритмы цифровой обработки данных для максимального устранения артефактов и влияния помех. В клинической практике биотелеметрия используется для ранней активизации пациентов с риском внезапного обострения сердечно-сосудистой патологии, при необходимости мониторирования ритма сердца и сатурации. У пациентов с искусственными водителями ритма последнее является обязательным. В данной группе пациентов биотелеметрия используется и в комплексе домашней телемедицины. Биотелеметрия 12-канальной ЭКГ применяется у пациентов с коронарным синдромом, а также при клинических испытаниях медикаментов.

Функциональные возможности клинической биотелеметрии (по Павловичу Р.В. 2008) [8]:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– Раннее восстановление подвижности при переводе пациента из отделения интенсивной терапии в палату стационара.

– Снижение пост реанимационной смертности благодаря круглосуточному контролю.

– Немедленное обнаружение фатальных нарушений ритма с подачей светового и звукового сигнала тревоги.

– Контроль хирургического лечения нарушений ритма.

– Контроль эффективности работы кардиостимуляторов.

– Подбор антиаритмических препаратов и контроль фармакотерапии.

– Активная реабилитация больных инфарктом миокарда.

– Быстрое обнаружение преходящих нарушений ритма.

Показания (группы пациентов и ситуации) для клинической биотелеметрии (по Толкачевой 2010) [8]:

– Пациенты, переводимые из реанимационного блока в общие палаты отделения.

– Пациенты с риском фатальных нарушений ритма.

– Пациенты, получавшие тромб литическую терапию.

– Пациенты с преходящими нарушениями ритма.

– Активная реабилитация больных с инфарктом миокарда.

– Подбор антиаритмических препаратов и контроль эффективности лечения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– Пациенты с синдромом слабости синусового узла.

– Контроль хирургического лечения нарушений ритма.

Системы биорадиотелеметрии ЭКГ представляют собой аппаратно-программные комплексы, состоящие из нескольких независимых радиопередатчиков, носимых на теле пациента. ЭКГ радиосигнал передается на центральную станцию, где ведется непрерывное слежение за текущей электрокардиограммой обследуемых пациентов. Обычно системы позволяют регистрировать одноканальную или стандартную 12-канальную ЭКГ. Приемная станция включает в себя набор радиоприемного оборудования (приемный блок, антенно-фидерное устройство, блок питания и зарядное устройство) персональный компьютер, принтер, программное обеспечение. Передающее устройство включает в себя усилитель-передатчик ЭКГ и набор аксессуаров (1-, 12-канальный усилитель-передатчик ЭКГ, кабель отведений, комплект одноразовых ЭКГ электродов) (рисунок 6-7).

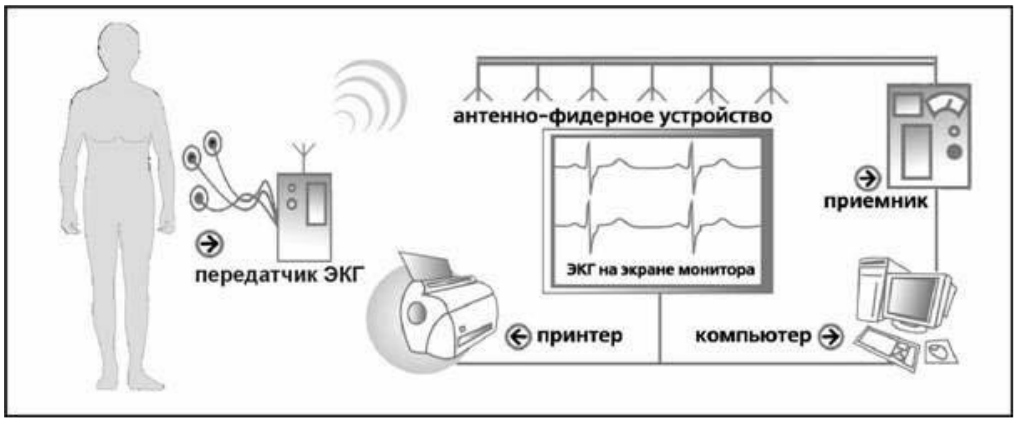


Рисунок 6. Принципиальная схема клинической биорадиотелеметрической системы (по Задорожной и Прокопову, 2010)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 7. «Прибор пациента», передающее устройства комплекса радиомониторного ЭКГ-контроля.

Клиническая биотелеметрия (в частности ЭКГ) позволяет своевременно выявлять и предупреждать жизнеопасные ситуации, оперативно принимать необходимые лечебные меры. Также системы биорадиотелеметрии ЭКГ входят в состав современных телереабилитационных систем[9].

В условиях современного боя крайне важной является точная информация о состоянии, местоположении и передвижениях каждого конкретного солдата, что необходимо для четкой координации, выработки тактики боя и оказания качественной медицинской помощи. Примерно аналогичные требования предъявляются к спасательным, антитеррористическим и прочим экстремальным операциям.

Основные задачи современных военных биотелеметрических систем это:

- измерение физиологических параметров (артериального давления, оксигенации, температуры тела, частоты дыхания, ЭКГ и т.д.), положения тела, уровня активности, физической нагрузки, степени дегидратации и перегрева;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- реальновременная интерпретация полученных значений для определения состояния мониторируемого военнослужащего в соответствии с элементарными критериями (например, «жив», «стресс», «утомлен», «ранен», «здоров» и т.д.);

- определение рисков и демонстрация прогностического тренда изменения состояния организма в ближайшее время [9].

Военная телеметрическая система в базовом варианте состоит из (рисунок 8-11):

- персонального датчика;
- нагрудного ремня или форменной одежда с интегрированным датчиком;
- тактического, спутникового или bluetooth радиоканала с соответствующими передатчиками и приемниками;
- программного обеспечения (для ноутбука или КПК) командного центра.

Рисунок 8. Военная телеметрическая система

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 9. Рабочее окно программного обеспечения командного центра военной телеметрической системы на экране: ноутбука, смартфона.

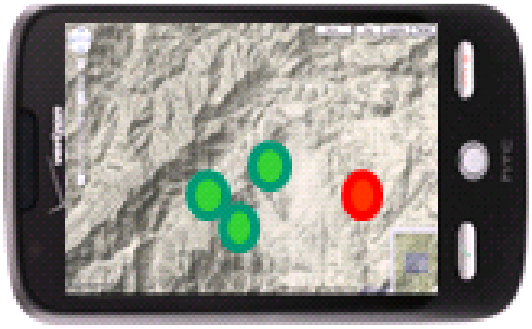


Рисунок 10. Интеграция карты местности и локализации военнослужащих, цветовые характеристики позволяют управлять процессом медицинской эвакуации раненых.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

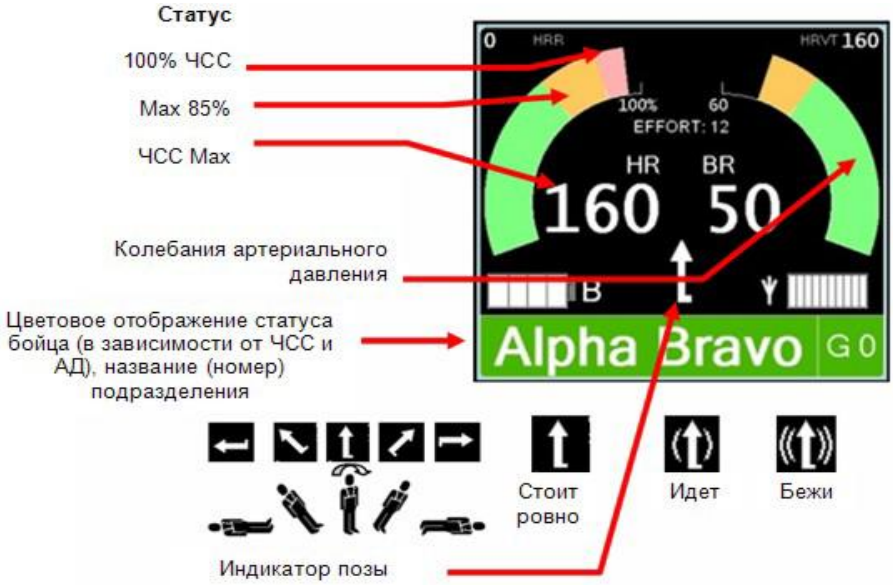


Рисунок 11. Отображение индвидуальной информации о военнослужащем в военной телеметрической системе.

Передача данных осуществляется через существующие радиоканалы с соблюдением требований к безопасности и маскировке; при этом могут использоваться отдельные специальные радиопередатчики или штатные рации военнослужащих [9].

В ряде случаев (при действии малых групп на небольшой территории, до 1 км^2) для передачи данных может использоваться bluetooth-модем, поддерживающий шифрование данных и маскировку.

Одновременное реально временное мониторирование физиологического состояния военнослужащих, выполняющих задание (как учебное, так и боевое) позволяет тактическому и медицинскому командованию более точно спрогнозировать обстановку, шансы, принять верное решение.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таким образом, телемедицина - это направление на стыке нескольких областей медицины, телекоммуникаций, информационных технологий, образования. Телемедицина получила развитие во многих странах мира, доказала на практике свою высокую эффективность, и оказывает комплексное позитивное влияние на структуру здравоохранения, повышает качество медицинской помощи и расширяет возможности врачей общей практики, первичного звена здравоохранения.

Кроме того, телемедицина способствует сотрудничеству между медицинскими организациями, позволяет организовать эффективную систему подготовки медицинских кадров. Были определены приоритетные задачи развития телемедицины, среди которых названы стандартизация применяемых медицинских, компьютерных и телекоммуникационных технологий, развитие информационных ресурсов .

Но направление это достаточно новое, особенно для России. Хотя надо отметить, что с каждым днем появляется все больше действительно хороших реально работающих телемедицинских систем и сетей. Но их требуется намного больше для того, чтобы решить проблемы, связанные с большими территориями и достаточно низкой плотностью населения России. Наилучший путь - объединение усилий телекоммуникационных компаний, организаторов здравоохранения, сотрудников лечебных учреждений, специалистов по медицинскому страхованию, медицинских НИИ, учебных учреждений и компаний-разработчиков решений в области телемедицины. В случае такого объединения возможно быстрое решение сложнейших медицинских, организационных, финансовых и юридических проблем. Это объединение необходимо для эффективного развития такой перспективной области, как телемедицина.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Построение телемедицинских консультативно-диагностических систем (ТМКДС) является одним из компонентов информатизации здравоохранения. Задача их формирования - обеспечение высокого качества и уровня врачебной помощи больному. Защите подвергаются все компоненты телемедицинской сети. При значительном числе пользователей требуется помимо прочего защита и от пользователя-нарушителя, являющегося штатным работником или законным абонентом телемедицинской системы. Кроме того, территориальное распределение консультативных пунктов и центров и предполагает осуществление связи на дальние расстояния по кабелю, радиоканалам и иным каналам, на физическом уровне легкодоступные нарушителю, поскольку организовать их охрану и контроль доступа к ним практически невозможно. По этой причине достаточно вероятна возможность подключения нарушителя к каналам и линиям связи в виде шлюза, через который может осуществляться как утечка информации, так и ее модификация, уничтожение, вследствие чего опасности могут подвергаться системные взаимоотношения и связи между компонентами ТМС.

Ввиду вышеуказанных причин перед участниками телемедицинских консультаций остро стоит вопрос защиты информации, для решения которого требуется выполнение списка универсальных операций, независимых от используемых каналов связи, программных сред и продуктов. Наравне с организационно-методическими требуется уделить внимание и подходам к решению проблемы конфиденциальности, определить единые принципы технического обеспечения защиты информации.

При использовании телемедицинских технологий следует учитывать требования законодательства Российской Федерации в области связи и информации, в частности, федеральных законов: «Об информации,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

информатизации и защите информации», «Об участии в международном информационном обмене», «О связи»[8].

Ключевыми критериями защиты медицинской информации при проведении ТМК является обеспечение ее целостности, аутентичности, неизменности, сохранности и доступности. Обязательным требованием, с точки зрения законодательства, является обеспечение конфиденциальности персональной информации, в том числе, клинической информации о больном, составляющей предмет врачебной тайны [8].

Под целостностью медицинских данных в ходе проведения телемемедицинской консультации подразумевается отсутствие ее потерь в ходе подготовки, преобразования, передачи, приема, обработки и предоставления данных. Целостность информации обеспечивается протоколами передачи и преобразования данных и действиями абсолютно всех участников ТМК.

Аутентичность медицинской информации – совпадение переданных и полученных данных. Исходя из выбранного направления данной, в качестве примера можно привести аутентичность данных для аудио- и видеоинформации, в этом случае и звук, и изображение почти идентичны в точках передачи и приема. Под аутентификацией (подлинностью) участников ТМК подразумевается взаимодоказуемая идентификация партнеров связи.

Неизменностью медицинской информации характеризуется отсутствием преднамеренных или непреднамеренных искажений информации непосредственными участниками ТМК или третьими лицами в время проведения консультации. Неизменность информации обязана обеспечиваться протоколами передачи данных и мерами по защите информации от несанкционированного доступа (НСД).

Под сохранностью медицинской информации подразумевается обязательное документирование, или протоколирование, хода и результатов

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ТМК, что представляет собой комплекс предоставленных медицинских ресурсов (медицинские сведения больного, видео- и аудиозапись консультации).

Доступность медицинской информации предполагает для участников телемедицинского обучения возможность получить доступ к медицинской информации в нужное время.

Под конфиденциальностью подразумевается разграничение доступа к базе данных телемедицинской консультации.

Защищенность информации в процессе проведения ТМК обязана основываться на применении комплекса организационно-технических методов и средств, например, регламентирующие документы, обучение медицинского персонала, программно-аппаратные средства, которые в свою очередь гарантируют конфиденциальность ТМК и безопасность персонифицированной данных пациента от НСД на всех стадиях подготовки, обмена данными, сеанса дистанционного консультирования, промежуточного и последующего хранения документов с учетом ответственности (правовые аспекты) лиц, принимавших непосредственное участие в проведении и поддержкеТМК.

В обобщенной форме защита информации при телемедицинских консультациях сводится к трем основным видам: организационно-методические, технические и правовые[8].

Для обеспечения сохранности информации предусматривается: разрешенный доступ к ресурсам, аутентификацию и авторизацию участников консультации (консультируемых и консультантов, технического персонала ТМЦ) при работе с ТМС и БД пациентов (текущими и архивными), прошедших консультативную постановку диагноза и лечение. Авторизация доступа к ТМС и БД должна организоваться с помощью программно-аппаратных средств идентификации, например, eToken.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Помимо прочего, немаловажно наделять участников телемедицинской консультации ответственностью за качество передаваемой/принимаемой информации, ее последующее хранение, включая результаты обсуждения. Заявки на консультацию обязаны сопровождаться текстовыми документами (подписанными сотрудниками ЛПУ), необходимыми диагностическими исследованиями.) и другой личной информации пациента. Заключение лечащего врача включает диагноз и рекомендации с обязательным указанием своей должности и фамилии. Кроме того, достаточно продуктивным способом защиты медицинских данных в карте пациента является электронная цифровая подпись (ЭП). Для этого необходимо использовать сертифицированные удостоверяющие центры. При организации ТМК путем размещения обезличенной информации о пациенте, а также его диагностики и лечения на Web-странице, помимо защиты данных от искажения при НСД требуется и аутентификация лечащего врача. Также необходимо учитывать юридически обоснованную фиксацию исполняемых операций и действий. Без этого пункта консультации через сеть Интернет можно расценивать как юридически не состоявшиеся.

Обеспечение безопасности информации определяется законом РФ от 05.03.92 г. N 2446-1 «О безопасности»[9]. Защита персонифицированных данных закрытого типа в открытых сетях является обязательным требованием законодательства. Наиболее результативным средством является шифрование программно-техническими средствами. Для решения вопроса на данном уровне следует временно заменять при телеконсультации персонифицированную информацию и диагнозы пациентов идентификаторами, создаваемыми автоматически. При этом требуется, чтобы фамилия была заменена идентификатором как в текстовой части, так и в визуальных приложениях, поскольку некоторые компьютеризированные

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

некоторая автоматизированная диагностическая аппаратура отображает фамилию пациента и другие паспортные данные на лист с распечаткой графических данных. В то же время, для защиты от намеренного или случайного присоединения выписки к сведениям другого больного, лечащему врачу или медработнику следует подписывать информацию, на всех медицинских документах, прилагающихся к консультации.

При применении открытых каналов связи в телемедицинской системе, комплексная защита информации должна предусматривать:

– идентификацию и проверку подлинности (аутентификация) пользователей базы данных;

– защиту информации при передаче по каналам связи - управление механизмом туннелирования или создание механизма Виртуальных Частных сетей (Virtual Private Network - VPN), которые включают шифрование передаваемых данных в защищенной сети;

– защиту данных на рабочем месте врача-консультанта, включая, при необходимости, защиту локальных вычислительных сетей;

– управление целостностью данных (защита от несанкционированного изменения информации);

– применение обеими сторонами технологии электронной цифровой подписи (закон РФ от 10.01.02 г. N 1-ФЗ) и других средств криптозащиты информации; сертификация шифровальных средств, предназначенных для криптографической защиты информации является, в соответствие с действующим законодательством [8].

– организация защищенной работы по открытым каналам в сети Интернет подразумевает применение стандартных сетевых предложений.

Защита от НСД и криптографическая защита регулируется системой государственных стандартов:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– ГОСТ 3 50739-95 «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования»;

– ГОСТ Р 34.11-94 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хеширования»;

– ГОСТ Р 34.10-2001 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи»;

– ГОСТ 28147-89 «Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритмы криптографического преобразования».

Обеспечение защищенности внутренних сетей (защита ЛВС или независимого ПК, которые функционируют в рамках телемедицинских сетей), подразумевают совокупность организационно-технических мероприятий для защиты от несанкционированного доступа как извне, так и изнутри сети (межсетевые экраны, программные средства, предназначенных для выявления попыток проникновения вторжений в сеть посредством регистрации некорректной или нетипичной деятельности).

Библиографический список

1. Владзимирский А.В. Телемедицина [монография] [Текст] / Антон Вячеславович Владзимирский. - Донецк: ООО «Цифровая типография», 2011. – 437 с.

2. Satava RM, Simon IB. Teleoperation, telerobotics, and telepresence in surgery. Endosc Surg Allied Technol. 1993 Jun;1(3):151-3.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

3. Янковский С. Концепции общей теории информации.- www.syy.narod.ru/Ibook.htm

4. Бакалов В.П. Основы биотелеметрии. - М.: Радио и связь, 2001. - 352с.

5. Владзимирский А.В. Домашняя телемедицина – современное состояние проблемы[Текст] // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2007.-Т.5,№1.-С.109-117.

6. Handbook of Telemedicine/Ed. by . Ferrer-Roca O., Sosa-Iudicissa M. Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington: IOS Press,1998.-297 p.

7. Latifi R, Peck K, Satava R, Anvari M. Telepresence and Telementoring in Surgery. In Latifi R (ed.) Establishing Telemedicine in Developing Countries: From Inception to Implementation, Amsterdam: IOS, 2004.-P.200-206.

8. Владзимирский А.В. Клиническое телеконсультирование. Руководство для врачей. Издание второе, дополненное и переработанное.- Донецк: ООО «Норд», 2005.- 107 с.

9. Satava RM. Virtual reality and telepresence for military medicine / RM.Satava // Comput Biol Med.-1995.-N25(2).-P.229-236.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 658.562.3

Шамшин А.В. Порядок организации и проведения метрологического надзора в строительстве

The order of organization and conducting of metrological supervision in construction

Шамшин Александр Викторович,
Студент группы М-22 факультета магистратуры.
Воронежский государственный технический университет.
Научный руководитель
к.т.н., доц. кафедры ОСЭиУН
Воронежский государственный технический университет
Болотских Л.В.
Shamshin Alexander Viktorovich,
A student of the M-22 group of the Faculty of Magistracy.
Voronezh State Technical University
Research supervisor PhD in Technological Sciences,
Voronezh state technical university
associate professor. Departments ОСЭиУН of
Bolotsky L. V.

Аннотация. *С появлением системы менеджмента качества возник и вопрос о качестве управления процессом и технологией строительства. Данная статья устанавливает требования к организации, порядку проведения и оформлению результатов метрологического надзора за соблюдением метрологических правил и норм структурными подразделениями организации и субподрядными организациями, выполняющими работы по строительству.*

В статье затрагивается тема контроля качества строительства, с целью оценки соответствия создаваемых комплексов и систем актуальным строительным правилам и нормам.

Ключевые слова: *Стандартизация, нормирование, система нормативных документов, цели, задачи, принципы, структура, объекты стандартизации и нормирования, разработка, принятие, применение нормативных документов.*

Abstract. *With the advent of the quality management system, the question of the quality of process control and construction technology arose. This article establishes the requirements for the organization, the procedure for conducting and processing the results of metrological supervision of compliance with metrological rules and norms by structural subdivisions of the organization and subcontractors performing construction work.*

The article touches upon the topic of quality control of construction, with the purpose of assessing the conformity of the created complexes and systems with the actual building rules and norms.

Keywords: *Standardization, rationing, system of normative documents, goals, tasks, principles, structure, objects of standardization and standardization, development, adoption, application of normative documents.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Метрологический надзор в строительстве должен выполняться согласно ежегодному графику проведения метрологического надзора на площадке сооружения промышленных и гражданских зданий, который разрабатывается группой по метрологии, согласовывается главным инспектором и утверждается директором. В график включаются все субподрядные организации, выполняющие СМР.

Метрологический надзор выполняет комиссия, созданная приказом директора, состоящая из уполномоченных работников группы по метрологии. К работе комиссии привлекается ответственный за метрологическое обеспечение проверяемой субподрядной организации. Председатель комиссии - начальник группы по метрологии компании генерального подрядчика.

Периодичность осуществления метрологического надзора в организации генерального подрядчика и субподрядных организациях - не реже одного раза в год.

Объектами метрологического надзора являются:

- состояние и применение средств измерения (далее СИ), испытательного оборудования, средств допускового контроля, используемых как в сферах, так и вне сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- соблюдение метрологических правил и норм, устанавливаемых нормативной документацией;
- своевременность представления СИ на поверку и/или калибровку.

При осуществлении метрологического надзора за состоянием и применением СИ, испытательного оборудования проверяется:

- правильность отнесения средств измерений к СИ, используемым в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений (составление перечня СИ, подлежащих поверке);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– обеспеченность СИ поверкой (калибровкой);

– наличие оттисков поверительных клейм, калибровочных клейм (знаков), свидетельств о поверке, сертификатов о калибровке или других документальных свидетельств, подтверждающих факт поверки или калибровки;

– соответствие сроков проведения поверки (калибровки) требованиям нормативных документов;

– отсутствие повреждений или чрезмерного износа СИ в процессе эксплуатации, приводящих к изменению метрологических характеристик;

– правильность использования СИ по назначению;

– правильность хранения СИ, которые не используются постоянно;

– наличие аттестата на испытательное оборудование с указанием нормированных точностных характеристик;

– наличие и правильность оформления паспортов на средства допускового контроля.

При осуществлении метрологического надзора за соблюдением метрологических правил и норм проверяют:

– полноту и актуальность нормативной документации, регламентирующей метрологическую деятельность;

– состояние выполнения требований по организации и проведению измерений, испытаний;

– условия, в которых проводятся измерения, испытания, а также поверка и калибровка СИ;

– правильность использования единиц величин, допущенных к применению их кратных и дольных значений;

– правильность применения наименований и обозначений единиц величин, их кратных и дольных значений;

– правильность обозначения метрологических характеристик СИ;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– правильность применения наименований и обозначений СИ;

– правильность выбора СИ в зависимости от допуска на контролируемый параметр и погрешности измерений.

При проверке своевременности представления СИ на поверку (калибровку) устанавливают:

– наличие перечня СИ, входящих в сферу государственного регулирования единства измерений, и графика их представления на поверку, согласованного с региональным государственным центром метрологии или другими юридическими лицами, аккредитованными на право поверки средств измерений;

– наличие графика калибровки СИ;

– соблюдение графиков поверки и калибровки СИ.

На основе графика проведения метрологического надзора субподрядные организации официально уведомляются о сроках проведения проверок (заблаговременно, не позднее чем за 1 месяц до даты проверки).

Комиссия, осуществляющая метрологический надзор, вправе:

– посещать объекты субподрядных организаций, выполняющих работы по сооружению объекта капитального строительства в целях проведения метрологического надзора;

– получать от должностных лиц субподрядных организаций документы и сведения, необходимые для проведения проверки;

– запрещать применение СИ неутвержденных типов, а также не поверенных;

– выдавать предписания об изъятии непригодных СИ из эксплуатации;

– в случае обнаружения нарушений метрологических правил и норм, которые могут привести к появлению несоответствий в процессе СМР,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

информировать директора о необходимости приостановки СМР и направлении предложений по устранению выявленных нарушений.

Результаты каждой проверки оформляются актом. В акте должно быть отражено состояние проверяемых объектов. Ответственность за полноту, достоверность и объективность изложенных в акте материалов несет председатель комиссии по проверке.

Акт подписывают все члены комиссии по проверке, после чего в него запрещается вносить изменения или дополнения.

В случае отказа от подписи в акте делается соответствующая запись, подтверждаемая председателем комиссии.

При наличии разногласий по содержанию акта окончательное решение принимает главный инженер, при утверждении акта.

Ответственные представители проверяемой организации, не согласные с указанным решением, вправе изложить в письменной форме свое особое мнение, которое прилагается к акту.

Содержание акта официально доводится до сведения руководителя проверяемой организации.

Акт проверки составляется в двух экземплярах. Первый экземпляр направляется руководителю проверяемой организации, второй экземпляр остается в группе по метрологии. В случае обнаружения серьезных нарушений, требующих вмешательства руководства компании, копия акта направляется руководству для принятия необходимых мер. Регистрационный номер акта состоит из его порядкового номера в пределах календарного года.

В случае обнаружения нарушений метрологических правил и норм комиссия выдает виновным в нарушениях предписание, утвержденное директором,направленное на предотвращение, прекращение и/или устранение нарушений метрологических правил и норм.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Если в процессе метрологического надзора были выявлены нарушения, которые могут и/или привели к несоответствиям при выполнении СМР, необходимо направить копию предписания в группу управления несоответствиями отдела контроля качества в соответствии с требованиями процедуры качества.

К нарушителям метрологических правил и норм, могут применяться следующие меры:

- выдача предписания об устранении выявленных нарушений;
- выдача предписания о запрете применения или об изъятии из эксплуатации непригодных СИ.

Предписание составляется в двух экземплярах. Первый экземпляр направляется руководителю проверяемой организации, второй экземпляр остается в группе по метрологии.

Комиссия проводит анализ обнаруженных нарушений с целью устранения причин их возникновения.

В результате функционирования процесса проведения метрологического надзора, субподрядных организаций образуется следующая документация:

а) графики проведения метрологического надзора (ежегодные);

б) Приказы о создании комиссий по проверке метрологического обеспечения в субподрядных организациях;

в) акты проверок;

г) предписания;

д) документы переписки: письма, докладные и служебные записки.

Документация хранится у генерального подрядчика в соответствии с рабочей инструкцией и номенклатурой дел Общества.

Обязательная рассылка информационного сообщения о поступлении документа осуществляется на основании листа рассылки.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Обязательный пересмотр рабочей инструкции осуществляется не реже одного раза в пять лет.

Библиографический список

1 Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ

2. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ

3. Рекомендации по межгосударственной стандартизации «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения» РМГ 29-99

4. Процедура качества «Порядок проведения изменений в документах системы менеджмента качества» 0303-4.2-007

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 658.562.3

Шамшин А.В. Управление несоответствиями в строительстве.

Management of nonconformities in construction.

Шамшин Александр Викторович,
Студент группы М-22 факультета магистратуры.
Воронежский государственный технический университет.
Научный руководитель
к.т.н., доц. кафедры ОСЭиУН
Воронежский государственный технический университет
Болотских Л.В.
Shamshin Alexander Viktorovich,
A student of the M-22 group of the Faculty of Magistracy.
Voronezh State Technical University

Research supervisor PhD in Technological Sciences,
Voronezh state technical university
associate professor. Departments ОСЭиУН of
Bolotsky L. V.

Аннотация. *Основной целью работы по управлению несоответствиями является обеспечение своевременного устранения несоответствий и исключение повторных несоответствий при выполнении СМР. Проведение анализа несоответствий включает в себя определение причин их возникновения и (при необходимости) подготовку мероприятий по устранению этих причин (корректирующие действия). Корректирующие действия должны соответствовать последствиям выявленных несоответствий (влияние на безопасность, сложность устранения, срок устранения и т.п.). Главная направленность нормативных документов СМК - защита прав и охраняемых законом интересов потребителей строительной продукции, общества и государства при развитии самостоятельности и инициативы предприятий.*

Ключевые слова: *Структура, объекты стандартизации и нормирования, разработка, принятие, применение нормативных документов.*

Abstract. *The main goal of the work on managing non-conformances is to ensure the timely elimination of non-compliances and the elimination of repeated non-conformities in the implementation of the SMR.*

Conducting the analysis of nonconformities involves determining the causes of their occurrence and (if necessary) preparing measures to eliminate these causes (corrective actions). Corrective actions should correspond to the consequences of identified nonconformities (impact on security, complexity of elimination, time for elimination, etc.). The main thrust of the QMS regulatory documents is the protection of rights and legally protected interests of consumers of construction products, society and the state with the development of enterprise independence and initiative.

Keywords: *Structure, objects of standardization and standardization, development, adoption, application of normative document.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Все несоответствия, выявленные при СМР на площадке строительства , должны быть зафиксированы, оформлены в письменной форме и классифицированы в зависимости от степени отклонения от установленных требований и их влияния на безопасность.

Тип 1 несоответствия, устранение которых предусмотрено документами и разработанными на их основе процедурами, технологическими инструкциями и технической документацией.

Несоответствия типа 1 могут быть устранены:

– путем доработки без изменения установленных характеристик объекта;

— заменой несоответствующего установленным требованиям элемента без увеличения срока, стоимости работ и услуг;

— путем принятия согласованного решения «принять без доработки» при отсутствии необходимости внесения изменений в проектную, рабочую и другую документацию.

Тип 2 - несоответствия, которые не могут быть устранены согласно процедурам, технологиям, технической, рабочей или проектной документации и требуют разработки и согласования дополнительных процедур, ППР и/или технологической документации для обеспечения соответствия установленным требованиям.

Тип 3 - несоответствия, которые не могут быть приняты без оформления соответствующих документов, обосновывающих допустимость выявленных отступлений. При необходимости, соответствующие изменения вносятся в условия договора и/или конструкторскую, рабочую и проектную документацию.

Тип 4 — несоответствия, при которых заданные требования к продукции, работам, услугам не могут быть достигнуты и продукция, работы, услуги подлежат переделке, ремонту, или замене по согласованному техническому решению.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Работник любой организации, участвующей в процессе строительстве, при обнаружении несоответствия в первую очередь обязан информировать в рабочем порядке (лично, по телефону) руководителя работ (участка работ) организации-исполнителя, куратора, а также своего непосредственного руководителя об обнаружении несоответствия элемента установленным требованиям и затем выполнить первичную регистрацию несоответствия.

При выявлении несоответствия, руководителем работ (участка работ) подрядной (субподрядной) организации должны быть приняты меры по маркировке или локализации элемента, участка и т.д. с несоответствием до его устранения или принятия отдельных решений.

При необходимости должны быть выполнены временные меры, направленные на исключение дальнейшего ухудшения качества и надежности элемента, конструкции, работы в которых обнаружено несоответствие, а также исключено возможное влияние на другие элементы, конструкции и работы.

В случае если несоответствие может привести к угрозе безопасности и здоровья, работы в зоне влияния несоответствия до принятия дальнейших решений приостанавливаются.

Все несоответствия должны быть зафиксированы, оформлены в письменной форме и классифицированы в зависимости от степени отклонения от установленных требований и влияния на безопасность.

При первичной регистрации несоответствия, по возможности, выполняется предварительная классификация несоответствия и указывается тип несоответствия.

Первичная регистрация несоответствий, осуществляется:

При выполнении технического надзора, мероприятий строительного контроля, результаты которых фиксируются в общих журналах работ — в общих

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

журналах работ. Фиксация несоответствий в общих журналах работ выполняется лицами, имеющими право внесения записей в эти журналы.

При выполнении авторского надзора — в журналах авторского надзора. Фиксация несоответствий в журналах авторского надзора выполняется в соответствии с требованиями.

При инспекционном контроле и/или мероприятиях строительного контроля, результаты которых фиксируются путем составления акта (в случае, если несоответствие может быть отнесено к конкретному объекту(ам), системе(ам), элементу(ам), № чертежа, № ППР и т.д.) — в актах проведенных проверок.

При выявлении несоответствий лицами, не имеющими права внесения записей в общие журналы работ, журналы авторского надзора, - в уведомлении о несоответствии.

При выявлении несоответствия, которое может относиться к несоответствиям изготовления Оборудования — в уведомлении о несоответствии (вне зависимости от внесения! не внесения записи в общий журнал работ/ журнал авторского надзора).

При первичной регистрации несоответствия записью в общем журнале работ, журнале авторского надзора копия листа журнала с внесенной записью направляется в срок не более 2-х рабочих дней (включая день внесения записи) по электронной почте работником, сделавшем запись о несоответствии в журнале, на адрес электронной почты работника, ответственного за учет несоответствий.

При первичной регистрации несоответствия фиксируется записью: в общем журнале работ, журнале авторского надзора, куратором, руководителем работ (участка работ) подрядной (субподрядной) организации, а также выявившим несоответствие (если не совпадает с перечисленными выше)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

должен быть определен возможный порядок дальнейшей работы по устранению несоответствия следующим образом:

Несоответствие строительно-монтажных работ типа 1:

– несоответствие явно относится к типу 1, т.е. может быть устранено:

— доработкой в соответствии с действующей документацией, т.е. не требуется разработки новой документации;

— заменой элемента без увеличения срока и стоимости работ;

— «принятием элемента без доработки» и без внесения изменений в проектную, рабочую и другую документацию.

— несоответствие явно не относится к несоответствиям изготовления Оборудования;

– уполномоченный представитель подрядной (субподрядной)

организации подтверждает ответственность в возникновении несоответствия, согласие и возможность устранения несоответствия силами своей организации и за ее счет с оформлением акта об устранении несоответствия типа 1.

При одновременном выполнении выше перечисленных условий оформление уведомления о несоответствии и рассмотрение несоответствия на совещании не требуется. После устранения несоответствия подписывается акт об устранении несоответствия типа 1. Требования к контролю устранения, оформлению актов об устранении несоответствий типа 1, их учету и комплектованию с общими журналами работ! журналами авторского надзора и исполнительной документацией установлены соответствующими требованиями.

Несоответствие строительно-монтажных работ типа 2 или 3 или 4; несоответствие изготовления Оборудования:

— несоответствие не может быть устранено одним из способов, (либо способ устранения не очевиден);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

— несоответствие может относиться к несоответствиям изготовления Оборудования;

— уполномоченный представитель подрядной (субподрядной) организации-исполнителя работ не подтверждает ответственность своей организации в возникновении несоответствия.

При выполнении хотя бы одного из выше перечисленных условий подрядной (субподрядной) организацией оформляется уведомление о несоответствии с указанием номера и наименования общего журнала работ/ журнала авторского надзора, номера раздела и внесенной записи. Уведомление оформляется в целях унификации формы предоставляемой на совещание информации и возможности ее направления для рассмотрения поставщику изготовителю (при выявлении предполагаемых несоответствий изготовления Оборудования). Требования к оформлению уведомлений о несоответствиях и их направлению установлены нормами.

В целях оперативности информирования о несоответствиях, зафиксированных уведомлениями о несоответствиях, уведомления направляются работниками, ответственными за учет несоответствий, на адрес ответственного за учет несоответствий работника по электронной почте. Уведомления направляются в виде отсканированного бланка уведомления о несоответствии со всеми необходимыми подписями и приложений к уведомлению (при наличии). Отсканированное уведомление о несоответствии и приложения должны быть читаемы. Цифровые фотографии (при наличии) должны направляться в исходном качестве.

При выявлении предполагаемых несоответствий изготовления Оборудования должно быть оформлено уведомление о несоответствии вне зависимости от внесения/ невнесения записи в общий журнал работ, журнал авторского надзора.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При первичной регистрации несоответствий в актах инспекционного контроля и/или контрольных мероприятий строительного контроля, несоответствия, указанные в данных актах должны быть рассмотрены на совещании. В целях исключения двойной регистрации несоответствий (несоответствий, которые зафиксированы в общих журналах работ и одновременно отражены в акте), в акте проверки должна быть изложена:

- информация, по каким несоответствиям записи в журналы работ не вносились; _ информация, по каким несоответствиям сделаны записи в журналы работ (с указанием для каждого несоответствия даты и номера внесения записи, наименования и номера журнала).

Информация о полученных уведомлениях, о несоответствиях, актах инспекционного контроля и/или контрольных мероприятий строительного контроля вносится в отдел качества.

Уведомления о несоответствии рассматриваются как минимум представителями заказчика и ген. Подрядчика на совещании, для рассмотрения уведомления о несоответствии на совещание также приглашаются представители организации, подготовившей уведомление и организации, чья ответственность предполагается в возникновении этого несоответствия. Для рассмотрения уведомлений о несоответствиях, касающихся несоответствий Оборудования, выявленных при СМР, на совещание приглашается представитель изготовителя (поставщика) этого оборудования при его наличии на площадке.

Уведомление о несоответствии не подтверждается (отклоняется или отправляется на уточнение) при следующих обстоятельствах:

— при оформлении уведомления о несоответствии с нарушением установленных требований (включая отсутствие ссылки на пункт и название документа, от требований которого произошло отступление);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

— описание несоответствия не соответствует содержанию требования, указанного в проекте, НД, РД, КД, ППР, ПТД и т.д., т.е не является несоответствием.

Уточнение должно быть выполнено в возможно короткий срок.

В случае, если будет установлено, что несоответствие Оборудования было допущено изготовителем (поставщиком), должно быть принято решение о возможности устранения несоответствия на площадке сооружения либо о необходимости устранения несоответствия в условиях предприятия-изготовителя или пере поставки.

В случае принятия решения об устранении несоответствия в условиях предприятия-изготовителя или пере поставки, должно быть обеспечено оформление предприятием-изготовителем (поставщиком)

При рассмотрении на совещаниях актов инспекционного контроля и/или контрольных мероприятий строительного контроля определяются типы несоответствий, зафиксированные этими актами, и даются поручения о способе устранения несоответствий и оформлению отчетных документов по несоответствиям.

Проведение анализа несоответствий включает в себя определение причин их возникновения и (при необходимости) подготовку мероприятий по устранению этих причин (корректирующие действия).

Корректирующие действия должны соответствовать последствиям выявленных несоответствий (влияние на безопасность, сложность устранения, срок устранения и т.п.). В ряде случаев устранение причин несоответствия может оказаться не целесообразным (при безусловном приоритете безопасности).

Анализ несоответствий СМР проводится организациями их допустившими по каждому несоответствию. Причины несоответствия и мероприятия по их устранению (либо краткое обоснование отсутствия

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

необходимости в них) указываются в акте об устранении несоответствия типа 1 или отчете о несоответствии (тип 2, 3, 4).

При разработке корректирующих действий должна быть проведена проверка несоответствия на повторяемость.

Повторяемость несоответствий определяется не менее чем за год (последние 365 дней)

по одновременному наличию следующих признаков:

– однотипность элемента конструкции здания (сооружения); выполненных работ; – нарушенных требований; – организации, допустившей несоответствие.

Для несоответствий, возникших повторно, корректирующие действия разрабатываются с учетом того, что ранее предпринятые корректирующие действия по аналогичному несоответствию оказались не результативны (или не достаточно результативны).

Корректирующие действия должны быть четко сформулированы. По каждому мероприятию должен быть указан ответственный за выполнение и срок выполнения. Корректирующие действия могут быть оформлены в виде Плана корректирующих действий (ПМ). ПКД должен согласовываться членами ПДКН вместе с отчетным документом по несоответствию и должен являться приложением к нему.

Контроль выполнения корректирующих действий в установленные сроки осуществляется:

— работником подрядной (субподрядной) организации, ответственным за контроль выполнения корректирующих действий;

Ежеквартально организуется проведение анализа (мониторинга) всего объема выявленных за отчетный период несоответствий. При проведении анализа (мониторинга) оценивается повторяемость несоответствий как по

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

подрядным (субподрядным) организациям, так и на площадке сооружения в целом, рассматривается состояние выполнения подрядными (субподрядными) организациями, корректирующих действий, их результативность.

Результаты анализа (мониторинга) доводятся до подрядных (субподрядных) организаций при проведении совещаний «День качества», а также направляются к заказчику до 3-го числа месяца, следующего за отчетным периодом.

Ответственным за учет несоответствий должно быть обеспечено выполнение организационно-технических мероприятий, направленных на исключение непреднамеренного изменения информации в БД или ее уничтожения. Данные мероприятия должны включать как минимум следующее:

— защита файлов БД от изменения установкой пароля или средствами MS Windows; — не реже чем еженедельное копирование БД на другой физический носитель.

Ответственными за учет несоответствий ОК генерального подрядчика и заказчика должна размещаться на сетевом доступе своих организаций следующая информация:

- Реестр не устраненных несоответствий;
- Перечень выявленных несоответствий;

Сетевой адрес размещения данной информации указывается в приказах о вводе в действие настоящего Положения на площадке.

Реестр не устраненных несоответствий должен содержать как минимум следующую информацию по не устраненным на момент последней актуализации Реестра несоответствиям:

— номер и дату документа о первичной регистрации несоответствия; — наименование здания;

- наименование системы, элемента, kkS код;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- описание несоответствия; – мероприятия по устранению несоответствия (в соответствии с отчетом о несоответствии; отчетом о несоответствии Оборудования)! Решением! Документом регистрации несоответствий и принятых решений или поручение совещания ПДКН;

– планируемый срок устранения несоответствия.

Принятые на совещании решения оформляются протоколом. Протокол совещания для каждого несоответствия должен содержать следующую информацию (но не ограничиваясь):

– о рассмотрении поступивших уведомлений, подтверждение наличия несоответствий и их описания либо отклонение уведомлений с указанием причин.

идентификационные данные замечания (номер и дата уведомления, номер и дата акта, номер и название журнала с указанием номер и даты записи) и наименование организации, осуществившей первичную регистрацию (т.е. выявившей несоответствие);

– установленный (или подтвержденный) тип несоответствия; наименование организации, допустившей несоответствие;

– наименование организации, ответственной за устранение несоответствия; указание причины возникновения несоответствия;

– принятые решения по оптимальному способу устранения несоответствия;

определение для несоответствий типа 2, 3, 4 влияния (с указанием масштаба влияния) на механическую безопасность здания (конструкции), сроки строительства и увеличение сметной стоимости; по контролю устранения несоответствий:

информация ответственных лиц о причинах не выполнения взятых обязательств по устранению несоответствий, согласно установленного срока;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

— рекомендации по оптимальному способу устранения несоответствий с просроченным сроком, продление срока, переназначение ответственного за устранение; по факту принятия решения о проектном изменении СПИ); планируемый срок устранения несоответствия;

В протоколе также указывается информация о подтверждении решений «принять без доработки» по несоответствиям, оформленным актами об устранении несоответствия типа 1.

Протокол рассылается компанией генерального подрядчика по электронной почте участникам проведенного совещания, а также ответственным за учет несоответствий представителям организаций-участников сооружения.

Библиографический список

1. «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» ГОСТ ISO 90002011.

2. «Системы менеджмента качества. Требования» ГОСТ ISO 9001-2011.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

СЕКЦИЯ 3. КОМПЬЮТЕРНАЯ И КОММУНИКАЦИОННАЯ ТЕХНИКА

УДК 534.1

Щитов А.Н. Анализ основных технологий взаимодействия в распределенных системах: их достоинства и недостатки

Analysis of the main technologies of interaction in distributed systems: their advantages and disadvantages

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье рассматриваются основные технологии взаимодействия в распределенных информационных системах. Данные технологии должны обеспечивать доступ пользователей к ресурсам информационных систем, предоставление пользователям необходимых сервисов, исполнение прикладных программ. По результатам анализа технологий выделены возникающие при их практическом применении проблемы, которые необходимо решать для обеспечения эффективной работы информационных систем.*

Ключевые слова: *локальная вычислительная сеть, элемент данных приложения, персональные беспроводные сети.*

Abstract. *The main technologies of interaction in distributed information systems are considered in the article. These technologies should provide users access to information system resources, provide users with necessary services, and execute application programs. Based on the results of the analysis of technologies, the problems that arise in their practical application are identified, which must be solved to ensure the effective operation of information systems.*

Keywords: *local computer network, application data element, personal wireless networks.*

Распределенные системы являются в настоящее время основным решением при создании крупных корпоративных систем государственного, регионального и отраслевого уровней.

В данном случае под распределенной системой будем понимать набор независимых друг от друга компьютеров и компьютерных сетей, которые обеспечиваю совместное решение функциональных задач системы, при

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

котором каждая программа (пользователь) видит системы как единое целое (в смысле предоставления ресурсов).

Далее под термином пользователь будем понимать либо конкретное физическое лицо, которое пользуется сервисами, предоставляемыми системой, либо программу (приложение), которая обращается к ресурсам системы в процессе исполнения.

Ресурсам системы будем называть технические средства, либо программы, либо данные.

При этом распределенность подразумевает не только территориальную удаленность элементов системы друг от друга. Но и применение принципов децентрализованного (распределенного) управления системой и ее частями. Принципы построения распределенных систем известны достаточно хорошо, поэтому остановимся на них кратко:

- прозрачность;
- открытость;
- масштабируемость.

Прозрачность подразумевает, что от пользователя системы скрыто, что система состоит из множества независимых ресурсов, каждый пользователь видит систему как единое целое и имеет доступ ко всем разрешенным ему ресурсам.

Данный принцип должен соблюдаться при разработке системного и прикладного программного обеспечения.

Для пользователя выполнение данного принципа означает единообразие при обращении к ресурсам, возможность использования единого пространства имен и адресов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Открытость подразумевает, что пользователи используют единый набор стандартов для вызова служб системы, для вызова служб используются стандартные синтаксис и семантика. Другими словами, пользователи используют единый интерфейс и набор протоколов. Такой подход позволяет выполнять свойства переносимости для приложений и интероперабельности для систем.

Данный принцип должен закладываться при определении набора стандартов для построения системы и создания прикладного программного обеспечения. Для пользователя открытость означает возможность легко включать в состав системы новые приложения и подсистемы, созданные по такому же набору стандартов.

Масштабируемость подразумевает:

- во-первых, достаточно простое изменение размерности системы;
- во-вторых, возможность территориального распределения пользователей и ресурсов;
- в-третьих, возможность управления компонентами системы, работающими в различных подсистемах.

Для достижения масштабируемости необходимо решить много различных задач, среди которых можно выделить:

- управление службами;
- управление данными;
- управление передачей данных;
- управление безопасностью.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Здесь управление службами обеспечивает управление серверами и приложениями.

При управлении данными решаются задачи распределения данных по системе, обеспечение доступа к данным.

Управление передачей дачных (любых) должно обеспечить качественную доставку требуемой информации от отправителя к получателю, т. е. доставку с соблюдением требований по времени доставки и качеству данных.

Управление безопасностью должно обеспечить защиту от несанкционированного доступа к ресурсам системы, целостность ресурсов, противодействие различным угрозам.

В настоящее время практически единственным решением при создании распределенных систем является создание специального программного обеспечения промежуточного уровня (программного обеспечения, находящегося между приложениями и операционными системами). Промежуточный уровень (слои) обеспечивает прозрачность и открытость системы. Поскольку позволяет обеспечить единый интерфейс между приложениями и системным программным обеспечением.

На рисунке 1 показано место промежуточного уровня (слоя) в программном обеспечении распределенной системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

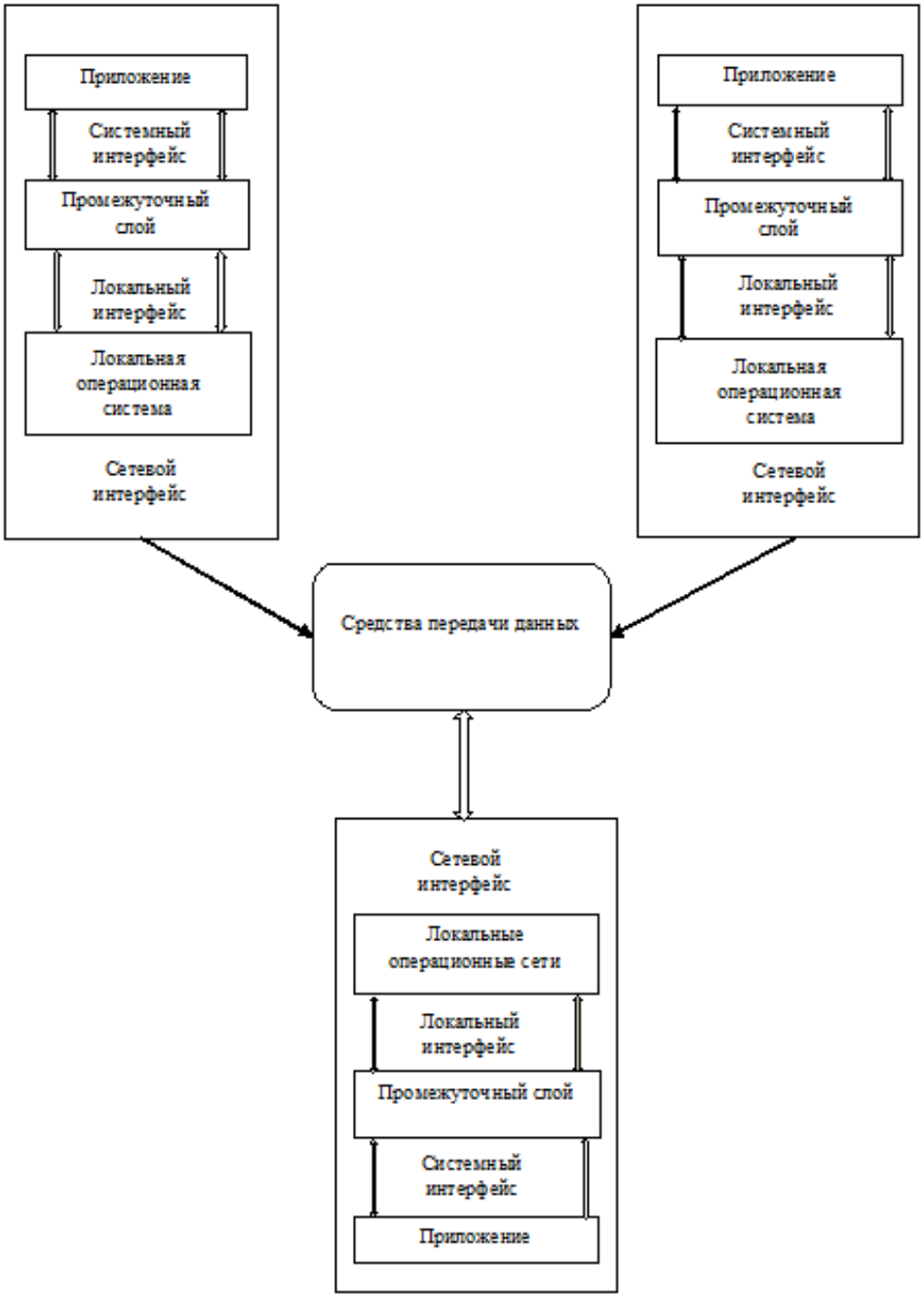


Рисунок 1. Место промежуточного уровня (слоя) в программном обеспечении распределенной системы

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Модель взаимодействия «клиент-сервер»

Реализация изложенных выше принципов построения распределенных систем наиболее эффективна в настоящее время при разделении аппаратных и программных ресурсов системы на те, которые реализуют службы (бизнес процессы) - серверы, и те, которые запрашивают исполнения этих служб путем посылки запросов и ожидают результатов в виде ответов - клиенты.

Такая модель взаимодействия между ресурсами названа моделью «клиент-сервер». Совокупность средств и методов реализации модели «клиент-сервер» будем далее называть архитектурой «клиент-сервер».

Архитектура «клиент-сервер», кроме высокого быстродействия и надежности, дает много преимуществ:

- сервер оптимизирует выполнение функций обработки данных, что избавляет от необходимости оптимизации рабочих станций;
- рабочая станция может быть укомплектована не очень быстрым процессором, и тем не менее, сервер позволит быстро получить результаты обработки запроса;
- поскольку рабочие станции не обрабатывают все промежуточные данные, существенно снижается нагрузка на сеть;
- представится возможность ведения журнала операций, в котором автоматически регистрируются все прошедшие транзакции что, в свою очередь, поможет быстрому восстановлению системы при аппаратных сбоях.

Тем не менее, в своем классическом варианте клиент-сервер не лишен ряда недостатков:

- высокие требования к пропускной способности коммуникационных каналов с сервером, что препятствует использование клиентских станций иначе как в локальной сети;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- слабая защита данных от взлома, в особенности от недобросовестных пользователей системы;
- высокая сложность администрирования и настройки рабочих мест пользователей системы;
- необходимость использовать на клиентских местах достаточно мощные компьютеры;
- сложность интеграции с унаследованными системами;
- достаточно высокая сложность разработки системы из-за необходимости исполнять бизнес-логику и обеспечивать интерфейс с пользователем в одной программе.

Реальное распространение архитектуры «клиент-сервер» стало возможным благодаря развитию и широкому внедрению в практику концепции открытых систем.

Синхронное и асинхронное взаимодействие между клиентом и сервером

При описании взаимодействия между элементами программных систем распределенной сети инициатор взаимодействия, т. е. компонент, посылающий запрос на обработку, обычно называется клиентом, а отвечающий компонент, тот, что обрабатывает запрос - сервером. Клиент и сервер в этом контексте обозначают роли в рамках данного взаимодействия. В большинстве случаев один и тот же компонент может выступать в разных ролях - то клиента, то сервера - в различных взаимодействиях. Лишь в небольшом классе систем роли клиента и сервера закрепляются за компонентами на все время их существования.

Синхронным (synchronous) называется такое взаимодействие между компонентами, при котором клиент, отослав запрос, блокируется и может

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

продолжать работу только после получения ответа от сервера. По этой причине такой вид взаимодействия называют иногда блокирующим (blocking).

Обычное обращение к функции или методу объекта с помощью передачи управления по стеку вызовов является примером синхронного взаимодействия.

Синхронное взаимодействие достаточно просто организовать, и оно гораздо проще для понимания. Код программы клиентского компонента, описывающей синхронное взаимодействие, устроен проще - его часть, отвечающая за обработку ответа сервера, находится непосредственно после части, в которой формируется запрос. В силу своей простоты синхронные взаимодействия в большинстве систем используются гораздо чаще асинхронных.

Вместе с тем, синхронное взаимодействие ведет к значительным затратам времени на ожидание ответа. Это время часто можно использовать более полезным образом: ожидая ответа на один запрос, клиент мог бы заняться другой работой, выполнить другие запросы, которые не зависят от еще не пришедшего результата. Поскольку все распределенные системы состоят из достаточно большого числа уровней, через которые проходят практически все взаимодействия, суммарное падение производительности, связанное с синхронностью взаимодействий, оказывается очень большим.

Синхронное взаимодействие представлено на рисунке 2.

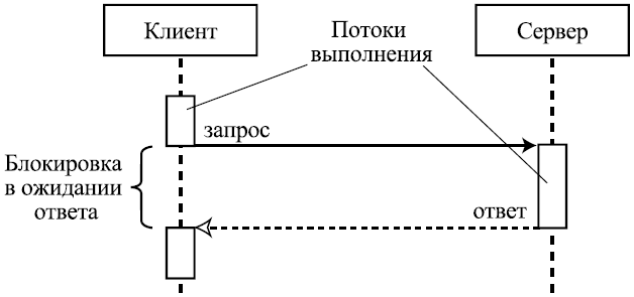


Рисунок 2. Синхронное взаимодействие

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В рамках асинхронного (asynchronous) или неблокирующего (nonblocking) взаимодействия клиент после отправки запроса серверу может продолжать работу, даже если ответ на запрос еще не пришел.

Асинхронное взаимодействие имеет преимущества:

- позволяет получить более высокую производительность системы за счет использования времени между отправкой запроса и получением ответа на него для выполнения других задач;

- меньшая зависимость клиента от сервера, возможность продолжать работу, даже если машина, на которой находится сервер, стала недоступной. Это свойство используется для организации надежной связи между компонентами, работающей, даже если и клиент, и сервер не все время находятся в рабочем состоянии.

Схема асинхронного взаимодействия представлена на рисунке 3.

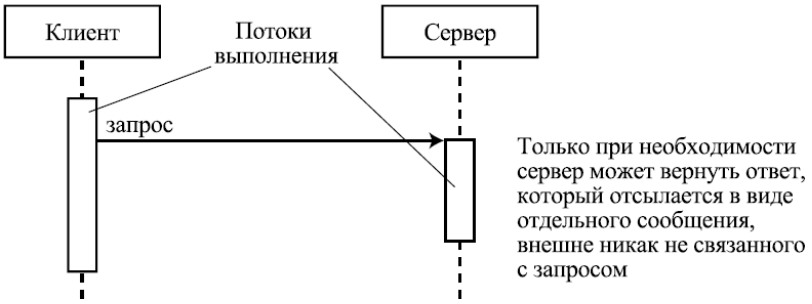


Рисунок 3. Асинхронное взаимодействие

В то же время асинхронные взаимодействия более сложно использовать. Поскольку при таком взаимодействии нужно писать специфический код для получения и обработки результатов запросов, системы, основанные на асинхронных взаимодействиях между своими компонентами, значительно труднее разрабатывать и сопровождать.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Чаще всего асинхронное взаимодействие реализуется при помощи очередей сообщений (рисунок 4).

Рисунок 4. Реализация асинхронного взаимодействия при помощи очередей сообщений

При отправке сообщения клиент помещает его во входную очередь сервера, а сам продолжает работу. После того, как сервер обработает все предшествующие сообщения в очереди, он выбирает это сообщение для обработки, удаляя его из очереди. После обработки, если необходим ответ, сервер создает сообщение, содержащее результаты обработки, и кладет его во входную очередь клиента или в свою выходную.

Очереди сообщений могут быть сконфигурированы самыми разными способами. У компонента может иметься одна входная очередь, а может - и несколько, для сообщений от разных источников или имеющих разный смысл. Кроме того, компонент может иметь выходную очередь, или несколько, вместо того, чтобы класть сообщения во входные очереди других компонентов. Очереди сообщений могут храниться независимо как от тех компонентов, которые кладут туда сообщения, так и от тех, которые забирают их оттуда. Сообщения в очередях могут иметь приоритеты, а сама очередь - реализовывать различные политики поддержания или изменения приоритетов сообщений в ходе работы.

Взаимодействие с базами данных

Применительно к системам баз данных архитектура «клиент-сервер» интересна и актуальна главным образом потому, что обеспечивает простое и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

относительно дешевое решение проблемы коллективного доступа к базам данных в локальной сети. В некотором роде системы баз данных, основанные на архитектуре «клиент-сервер», являются приближением к распределенным системам баз данных, конечно, существенно упрощенным приближением, но зато не требующим решения основного набора проблем действительно распределенных баз данных.

Термин «сервер базы данных» обычно используется для обозначения всей СУБД, основанной на архитектуре «клиент-сервер», включая серверную и клиентскую части. Такие системы предназначены для хранения и обеспечения доступа к базам данных.

Хотя обычно одна база данных целиком хранится в одном узле сети и поддерживается одним сервером, серверы баз данных представляют собой простое и дешевое приближение к распределенным базам данных, поскольку общая база данных доступна для всех пользователей локальной сети.

Доступ к базе данных от прикладной программы или пользователя производится путем обращения к клиентской части системы. В качестве интерфейса между клиентской и серверной частями выступает часто язык-запросов SQL, представляющий текущий стандарт интерфейса СУБД в открытых системах. Собирательное название SQL-сервер относится ко всем серверам баз данных, основанных на SQL.

Серверы баз данных, интерфейс которых основан исключительно на языке SQL, обладают своими преимуществами и недостатками. Очевидное преимущество стандартность интерфейса: клиентские части любой SQL-ориентированной СУБД могли бы работать с любым SQL-сервером вне зависимости от того, кто его произвел. Недостаток заключается в том, что при таком высоком уровне интерфейса между клиентской и серверной частями системы на стороне клиента работает слишком мало программ СУБД. Это

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

нормально, если на стороне клиента используется маломощная рабочая станция. Но если клиентский компьютер обладает достаточной мощностью, то часто возникает желание возложить на него больше функций управления базами данных, разгрузив сервер, который является узким местом всей системы. Одним из перспективных направлений СУБД является гибкое конфигурирование системы, при котором распределение функций между клиентской и пользовательской частями СУБД определяется при установке системы.

Протоколы удаленного вызова процедур особенно важны в системах управления базами данных, основанных на архитектуре «клиент-сервер». Во-первых, использование механизма удаленных процедур позволяет перераспределять функции между клиентской и серверной частями системы, поскольку в тексте программы удаленный вызов процедуры ничем не отличается от удаленного вызова, и следовательно, теоретически любой компонент системы может располагаться и па стороне сервера, и па стороне клиента. Во-вторых, механизм удаленного вызова скрывает различия между взаимодействующими компьютерами. Физически неоднородная локальная сеть компьютеров приводится к логически однородной сети взаимодействующих программных компонентов. В результате пользователи не обязаны заботиться о разовой закупке совместимых серверов и рабочих станции.

На рисунке 5. приведены схемы взаимодействия клиентов с серверами баз данных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

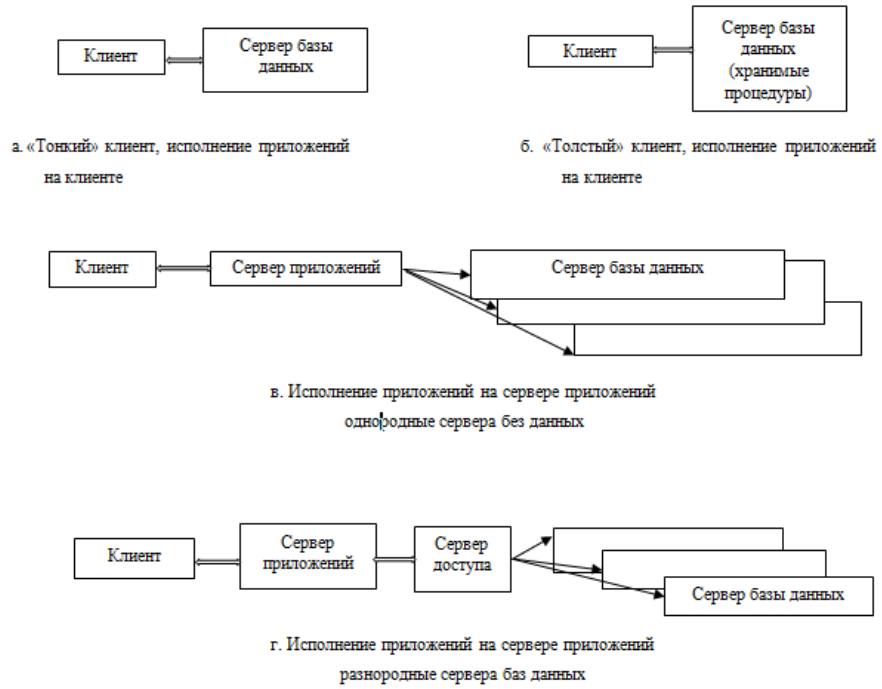


Рисунок 5. Варианты доступа клиентов к серверам баз данных

Развитие модели «клиент-сервер» для распределенных вычислений

Традиционная двухзвенная схема клиент-сервер проста: клиент посылает запросы, а сервер на них отвечает. Поскольку клиент и сервер часто представлены разными компьютерами, они способны разделять вычислительную нагрузку, что позволяет выполнять работу быстрее. Клиент осуществляет интерфейс и взаимодействие с пользователем. Но хотя двухзвенная модель клиент-сервер прекрасно подходит для небольших программ на уровне рабочей группы при числе пользователей менее 100, в большинстве двухзвенных систем невозможно существенно увеличить это число. Операционная система сервера оказывается настолько загруженной давлением многочисленными подключениями к серверу, что приводит к недопустимым «накладным расходам» в работе системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Двухзвенная клиент-серверная архитектура представлена на рисунке 6.

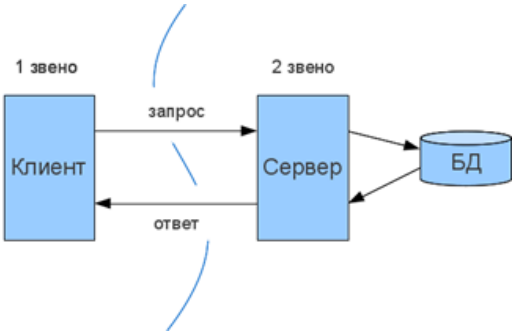


Рисунок 6. Двухзвенная клиент-серверная архитектура

Трехзвенная модель решает проблемы масштабируемости. При использовании трехзвенной модели помимо клиента и сервера есть еще и дополнительное промежуточное звено, которое управляет транзакциями намного эффективнее. Это позволяет разработчикам расширять свои системы до уровня предприятия.

На верхнем уровне взаимодействия клиента и сервера достаточно четко можно выделить следующие компоненты:

- презентационная логика (Presentation Layer - PL), предназначенная для работы с данными пользователя;

- бизнес-логика (Business Layer - BL), предназначенная для проверки правильности данных и поддержки ссылочной целостности;

- логика доступа к ресурсам (Access Layer - AL), предназначенная для храпения данных.

Трехзвенная клиент-серверная архитектура представлена на рисунке 7.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

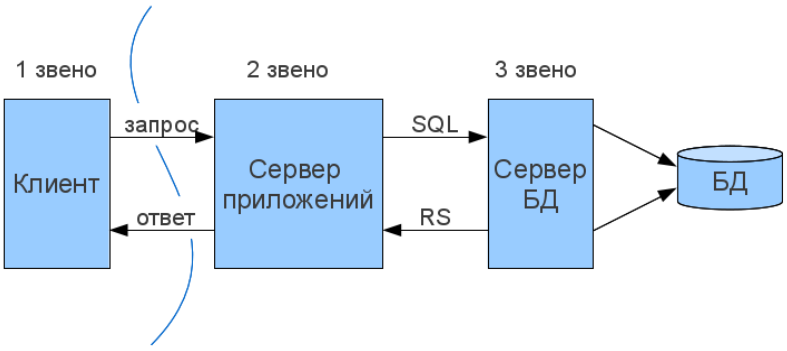


Рисунок 7. Трехзвенная клиент-серверная архитектура

Трехзвенная архитектура может быть расширена до многозвенной (N-tier, Multi – tier) путем выделения дополнительных серверов, каждый из которых будет представлять собственные сервисы и пользоваться услугами прочих серверов разного уровня.

Абстрактный пример многозвенной модели приведен на рисунке 8.

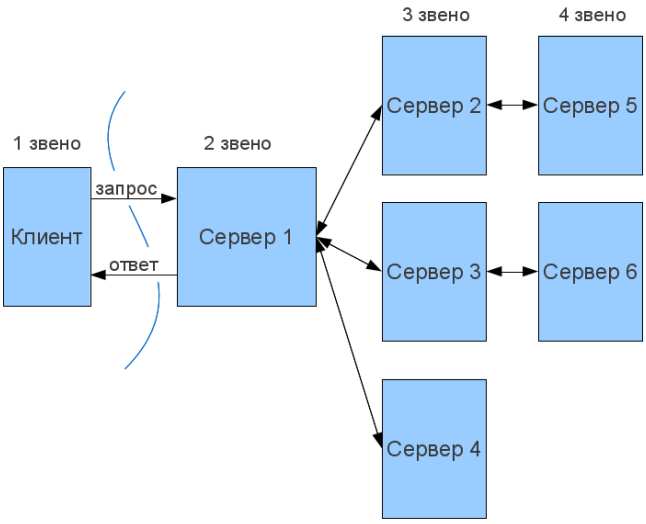


Рисунок 8. Многозвенная (N-tier) клиент-серверная архитектура

Реализуя эти компоненты на разных узлах сети, можно получить несколько моделей клиент-серверного взаимодействия.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

а) Толстый клиент - fat client. Такая модель подразумевает объединение в клиентском приложении как PL, так и BL, здесь обеспечивается полная децентрализация управления бизнес - логикой. Однако в случае необходимости выполнения каких-либо изменений в клиентском приложении придется менять исходный код. Серверная часть, при данном подходе, представляет собой сервер баз данных, реализующий AL. Данную модель называют RDA (Remote Data Access).

б) Тонкий клиент - thin client. Здесь клиентское приложение обеспечивает реализацию PL, поэтому клиент может довольствоваться довольно скромной аппаратной платформой, а сервер объединяет BL и AL. Максимальная загрузка сервера предусматривает выполнение бизнес - логики только с помощью хранимых процедур сервера (хранимые процедуры - откомпилированные SQL-инструкции, хранящиеся на сервере). Это позволяет максимально централизовать контроль над данными и легко изменять правила работы сразу для целого предприятия. С другой стороны, незначительная корректировка правил, касающаяся только части пользователей, потребует длительной процедуры согласования. В этом случае невозможно реализовать какие-то исключения из общих правил для некоторых пользователей пли приложений. Это и является залогом безопасности и целостности данных.

в) Сервер бизнес - логики (приложений) - трехуровневая архитектура. Модель с физически выделенным в отдельное приложение блоком BL. На сервере БД может функционировать универсальная часть бизнес - логики (правила на уровне предприятия или группы связанных приложений). Такая схема позволяет поддерживать тонких клиентов па пользовательских компьютерах и в то же время разгрузить сервер БД от чрезмерной загрузки при сохранении гибкой системы работы с бизнес-правилами. В качестве

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

промежуточного сервера может использоваться второй SQL-сервер, по чаще рациональней задействовать персональную СУБД, которая менее требовательна к аппаратным ресурсам к может обеспечить удобные средства построения и поддержки бизнес - логики.

г) Четырехуровневая архитектура. Чтобы сделать средний слой более тонким, разгрузить сервер приложений, можно оставить за ним только компоненты бизнес-логики BL, а логику доступа AL, реализовать на другом сервере, который будет представлять еще один слой между сервером приложений и сервером базы данных, этот сервер называют сервером доступа.

Распределенные объектные технологии

В настоящее время многие разработчики распределенных систем используют технологию взаимодействия «клиент-сервер», основанную на модели распределенных объектов.

Система, построенная по технологии распределенных объектов, состоит из набора компонент (объектов), взаимодействующих друг с другом. При этом объекты разбросаны по сети и выполняются отдельно друг от друга.

Пример модели распределенных объектов представлен на рисунке 9.

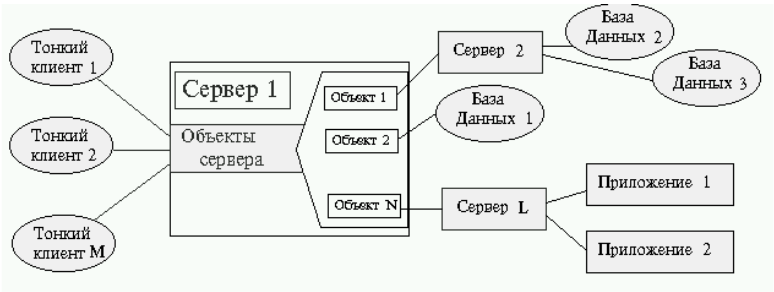


Рисунок 9. Модель распределенных объектов

Преимущества использования технологии распределенных объектов:

- сокращение времени разработки (изолированная разработка);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- сокращение количества ошибок;
- повторное использование программных компонент;
- будущее изменение системы становится легче.

Широко применяемыми средствами реализации технологии распределенных объектов являются систем (технологии): CORBA, SOAP/XML, RPC, DCOM, RMI.

Основные сведения о технологии CORBA

Технология CORBA (Common Object Request Broker Architecture), разрабатываемая OMG (Object Managment Group) с 1990 года, позволяет вызывать методы у объектов, находящихся в сети где угодно, так, как если бы все они были локальными объектами.

На рисунке 10 показана основная структура CORBA 2.0 ORB.

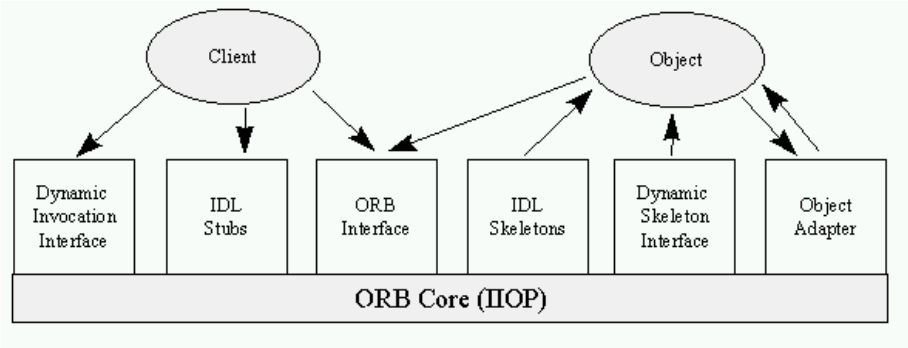


Рисунок 10. ORB (CORBA 2.0)

DII (Dynamic Invocation Interface): позволяет клиенту находить сервера и вызывать их методы во время работы системы.

IDL Stubs: определяет, каким образом клиент производит вызов сервера. ORB Interface: общие как для клиента, так и для сервера сервисы. IDL Skeleton: обеспечивает статические интерфейсы для объектов определенного типа.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Dynamic Skeleton Inerface: общие интерфейсы для объектов, независимо от их типа, которые не были определены в IDL Skeleton.

Object Adapter: осуществляет коммуникационное взаимодействие между объектом и ORB.

Список достоинств и недостатков использования технологии CORBA представлен в таблице 1.

Таблица 1

Основные достоинства и недостатки технологии CORBA

Основные достоинства	Основные недостатки
платформенная независимость	нет передачи параметров «по значению»
языковая независимость	отсутствует динамическая загрузка компонент-переходников
динамические вызовы	нет именования через URL
динамическое обнаружение объектов	
масштабируемость	
CORBA-сервисы	
широкая индустриальная поддержка	

Язык OMG IDL (Interface Definition Language - Язык Описания Интерфейсов) представляет собой технологически независимый синтаксис для описания интерфейсов объектов. При описании программных архитектур, OMG IDL прекрасно используется в качестве универсальном нотации для очерчивания границ объекта, определяющих его поведение по отношению к другим компонентам информационной системы. OMG IDL позволяет описывать интерфейсы, имеющие различные методы и атрибуты. Язык также поддерживает наследование интерфейсов, что необходимо для повторного использования объектов с возможностью их расширения или конкретизации.

IDL является чисто декларативным языком, то есть он не содержит никакой реализации. IDL-спецификации могут быть откомпилированы (отображены) в заголовочные файлы и специальные прототипы серверов, которые могут использоваться непосредственно программистом. То есть IDL-

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

определенные методы могут быть написаны, а затем выполнены, па любом языке, для которого существует отображение из IDL.

С помощью IDL можно описать и атрибуты компоненты, и родительские классы, которые она наследует, и вызываемые исключения, и, методы, определяющие интерфейс, причем с описанием входных н выходных параметров.

ORB (Object Request Broker - объектных запросов) - это объектная шина. Она позволяет объектам напрямую производить и отвечать на запросы других объектов, расположенных как локально (на одном компьютере, но в разных процессах), так и удаленно. Клиента не интересуют коммуникационные и другие механизмы, с помощью которых происходит взаимодействие между объектами, вызов и хранение серверных компонент. CORBA-спецификации затрагивают лишь IDL, отображение в другие языки, APIs для взаимодействия с ORB и сервисы, предоставляемые ORB.

CORBA ORB предоставляет широкий набор распределенных middleware услуг. Шина ORB позволяет объектам находить друг друга прямо в процессе работы и вызывать друг у друга различные службы. Она является гораздо более тонкой системой, чем другие клиент-сервер middleware-системы, такие как RPC (Remote Procedure Calls) или MOM (Message-Oriented Middleware). Ниже перечислены достоинства, которыми обладает CORBA ORB.

а) Статические и динамические вызовы методов. CORBA ORB предоставляет возможность либо статически определить вызовы методов прямо во время компиляции, либо находить их динамически, но уже во время работы программы.

б) Отображение в языки высокого уровня. CORBA ORB позволяет вызывать методы у серверных компонент используя любой из некоторого списка языков высокого уровня (C, C++, Java).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Совершенно неважно, па каком языке написаны объекты. CORBA отделяет интерфейсы от реализации и предоставляет языково-независимые типы данных, что позволяет осуществлять вызов методов, минуя границы какого-то конкретного языка программирования и конкретной операционной системы.

в) Самоописывающаяся система. С помощью своих метаданных CORBA позволяет описывать интерфейс любого сервера, известного системе. Каждая CORBA ORB должна поддерживать репозитарий интерфейсов, который хранит необходимую информацию, описывающую синтаксис интерфейсов, поддерживаемых серверами. В своей работе клиенты используют эти метаданные для осуществления вызовов к серверам.

г) Прозрачность. ORB может выполняться как сам по себе, так и в окружении других ORB, с которыми она взаимодействует путем CORBA 2.0 ПОР (Internet Inter-ORB Protocol) протокола. ORB может осуществлять межобластное - взаимодействие и для одного процесса, и для нескольких процессов, выполняющихся на одной машине, и для процессов, чье выполнение происходит в сети, под разными операционными системами. Реализация этих взаимодействий нисколько не затрагивает сами объекты. При использовании технологии CORBA, разработчик не должен беспокоиться ни о таких вещах как расположение серверов, запуск объектов, выравнивание размера переменных в зависимости от платформы и операционной системы, ни и о том, как осуществляется передача сообщений. Решение всех этих задач берет па себя продукт, поддерживающий стандарт CORBA.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

д) Встроенная безопасность. Все свои запросы ORB дополняет некоторой контекстной информацией, которая обеспечивает сохранность данных.

Технология DCOM

Технология COM (Component Object Model) и ее вариант для распределенных систем DCOM (Distributed Component Object Model) была разработана компанией Microsoft. DCOM является расширением технологии COM и включает в себя среду распределенных вычислений DCE (Distributed Computing Environment) и механизм удаленного вызова процедур (RFC - Remote Procedure Calling).Сейчас DCOM является главным конкурентом CORBA.

DCOM позволяет COM-компонентам взаимодействовать друг с другом по сети.

Распределенная компонентная архитектура DCOM поддерживает множество распространенных сетевых протоколов: TCP/IP, UDP, IPX/SPX, NetBIOS и др., поэтому программы, использующие технологию DCOM, могут работать в различных типах сетей.

DCOM является лишь частным решением проблемы распределенных объектных систем.

Архитектура технологии DCOM представлена на рисунке 11.

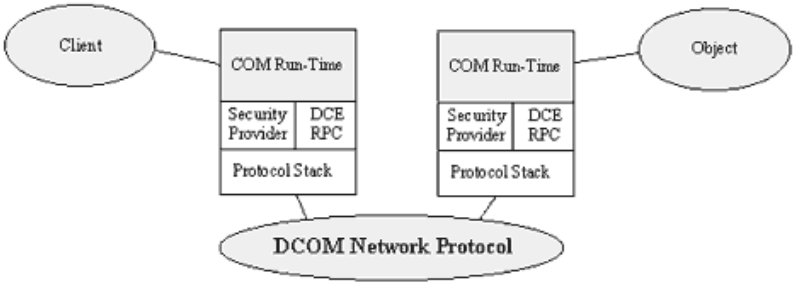


Рисунок 11. Архитектура DCOM

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В таблице 2 приведены основные достоинства и недостатки технологии.

Таблица 2

Достоинства и недостатки DCOM

Достоинства	Недостатки
Языковая независимость	Сложность реализации
Динамический/статический вызов	Зависимость от платформы
Динамическое нахождение объектов	Нет именования через URL
Масштабируемость	Нет проверки безопасности на уровне выполнении ActiveX компонент
Открытый стандарт	

В таблице 3 приведен сравнительный анализ технологий COM и CORBA, анализируя ее можно сделать выводы:

- CORBA является более универсальной, чем COM, рассчитана на неоднородную сеть;

- CORBA соответствует распределенной системе отрасли, COM - рабочей группе;

- COM уступает CORBA в организации защиты, управлении транзакциями и координируемом распределении структур.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 3

Сравнительный анализ технологий COM и CORBA

	CORBA	COM
Объектная архитектура распределенных систем. Общие черты технологий.	- независимость от физического размещения объектов, от платформы (ОС), от языка программирования; - реализованы на базе абстрактного интерфейса, то есть языка, который реализует доступ к узлу; - объекты взаимодействуют друг с другом с помощью вызовов удаленных процедур (RPC); - используются объекты, расположенные в адресных пространствах клиента и сервера и обменивающиеся данными между собой; - клиент и сервер взаимодействуют между собой с помощью marshalling, представляющего собой обмен данными (передаваемые данные упаковываются в так называемый marshallingpacket и распаковываются после передачи в другое адресное пространство) и передачу указателей на интерфейсы и аргументы функций между этими объектами.	
Объектные модели. Основные различия.	- используется идентификация; - активация, сохранение и деактивация осуществляются неявно; - язык описания интерфейса - используется IDL. Является компилируемым языком, поддер-живает связь по данным с Delphi, Ada, Java, C++, Cobol и так далее; - отличаются структурой внутрен-них объектов (служб): жизненный цикл, сохранение, контроль за доступом, защита, служба коллек-ции, импорт, экспорт, програм-мируемые транзакции.	- нет явной идентификации; - активация, сохранение и деактивация осуществляются явно; - язык описания интерфейса –MIDL. Язык MIDL привязан к платформе, является компилируемым языком, осуществляет поддержку связей с MJava, Visual C / C++, VB; - отличаются структурой внутренних объектов (служб): жизненный цикл, защита, информация о типах, передача данных, регистрация, асинхронное взаимодействие, битые пакеты не анализируются.
Основные встроенные объектные службы	именование, события, жизненный цикл, долговременное хранение объектов, транзакции, контроль за доступом к разделяемым ресурсам, импорт/экспорт, запросы, лицензии-рование, свойства, защита, перего-воры между объектами, сбор объек-тов, служба асинхронного обмена сообщениями.	- защита; - управление жизненным циклом; - информация о типах; - именование (naming); - доступ к базам данных; - передача данных; - регистрация; - асинхронное взаимодействие.
Идентификация объектов в сети. Основные различия.	CORBA вводит понятие объектной ссылки, которая уникальным образом идентифицирует объект в сети. Тем самым экземпляру объекта дается право на существование в течение некоторого времени. Объекты могут активироваться, сохраняться в долговременную память, позже вновь реактивиро-ваться и деактивироваться.	BCOM понятие объектной ссылки отсутствует. Ближайший аналог - это механизм, обеспечивающий преоб-разование символьного имени объекта в указатель интерфейса. Этот механизм действует для тех объектов, которые сохраняются в долго-временной памяти.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Технология SOAP/XML

В настоящее время все более широкое распространение приобретает технология интеграции Internet-ресурсов, основанная на протоколе SOAP (Simple Object Access Protocol). SOAP - транспортный протокол, предназначенный для организации взаимодействия удаленных систем при помощи асинхронного обмена XML-документами. Первоначально SOAP предназначался, в основном, для реализации удалённого вызова процедур (RPC).

SOAP - объектная технология, в которой объектами являются Web-службы (Web Services), а для представления обращений к Web-службам используется язык XML. Язык разметки XML распознается разными системами, и потому технология SOAP значительно проще реализуется, чем такие технологии как CORBA или DCOM.

SOAP может использоваться с любым протоколом прикладного уровня: SMTP, FTP, HTTP, HTTPS и др.

Протокол SOAP обеспечивает взаимодействие распределенных систем независимо от типа объектной модели, операционной системы или языка программирования. Благодаря использованию XML, сообщения SOAP могут передаваться посредством транспортного протокола HTTP, как правило, не закрываемого сетевыми экранами.

В стандарте, описывающем протокол SOAP, изложены принципы, по которым может быть осуществлена привязка SOAP-сообщений к абстрактному транспортному протоколу, общая схема создания SOAP-оболочек для RPC-ориентированных интерфейсов, способы возврата сообщений о сбоях, а также конкретная реализация способа оформления сообщений SOAP в качестве содержимого команд GET и POST протокола HTTP.

Структура SOAP-сообщения показана на рисунке 12.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 12. Структура SOAP-сообщения

SOAP-заголовок необязателен (но заголовков может быть несколько). Заголовки могут содержать любую информацию, связанную с приложением. В теле сообщения указываются запрашиваемый метод с его аргументами либо XML-документ.

Прием информации, содержащейся в теле SOAP-сообщения, выполняется SOAP-процессором, который пересылает сведения из тела сообщения в запрошенную службу (например, EJB).

Кроме языка XML и Интернет-протоколов, таких как HTTP, в технологии Web-служб входят следующие компоненты:

- язык WSDL (Web Service Description Language) — язык объявления возможностей (функций) Web-службы, описания на WSDL являются XML-документами;

- стандарт UDDI (Universal Description, Discovery and Integration), служащий для фиксации возможностей Web-службы.

Стандарт UDDI помогает Web-сервис найти, WSDL - его охарактеризовать, а SOAP - взаимодействовать с ним.

Механизм взаимодействия клиента и сервера в технологии SOAP можно представить в виде последовательности следующих процедур (рисунок 13):

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

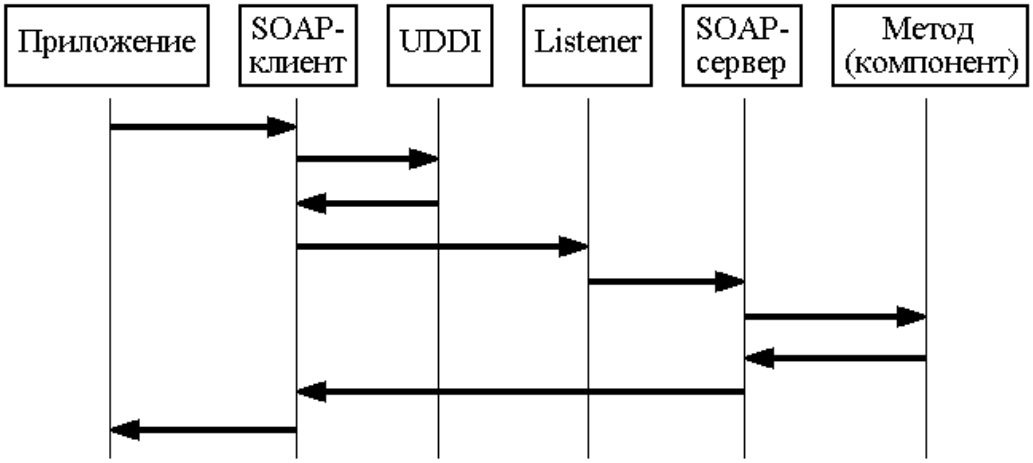


Рисунок 13. Взаимодействие клиента и сервера в SOAP

- клиентское приложение создает экземпляр объекта SOAP Client;

- SOAP Client просматривает UDDI, тем самым определяется нужный метод Web-сервиса;

- SOAP Client формирует SOAP-сообщение и отправляет его серверу;

- серверная программа Listener принимает SOAP-сообщение, создает объект SOAP Server и передает ему это сообщение;

- SOAP Server вызывает метод Web-сервиса;

- результаты помещаются объектом SOAP Server в ответное сообщение и передаются клиенту;

- объект SOAP Client проводит разбор принятого сообщения и возвращает клиентскому приложению результаты работы Web-сервиса.

Основным достоинством протокола SOAP является его простота. Вследствие своей простоты этот протокол может быть легко реализован на многих устройствах.

Протокол SOAP (Simple Object Access Protocol) может работать на верхнем слое любого стандартного протокола. Но именно возможность его работы на верхнем слое таких стандартных Internet-протоколов, как протокол передачи

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

гипертекстовых файлов HTTP (Hyper text TransferProtocol) и протокол SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), позволяет пакетам данных проходить через системы сетевой защиты (брандмауэры) без каких-либо проблем, связанных с возможностью соединения.

Технология RMI

RMI (Remote Method Invocation) – удаленный вызов методов, одна из технологий создания распределенных приложений на языке Java. Определение удаленной службы осуществляется с помощью интерфейса Java, а реализация удаленной службы - в отдельном классе.

RMI представляет собой спецификацию, которая дает возможность одной виртуальной Java-машине – Java Virtual Machine (JVM), вызывать методы в объектах, расположенных в другой JVM. Эти две JVM могут быть запущены на различных компьютерах или выполняться в отдельных процессах одного компьютера. RMI применяется на среднем слое трехслойной архитектуры, облегчая возможность программистам вызывать распределенные компоненты в сетевой среде.

Распределенное RMI приложение содержит два компонента:

- RMI-сервер;
- RMI-клиент.

RMI-сервер включает объекты, методы которых должны вызываться клиентами удаленно. Сервер создает несколько удаленных объектов и делает ссылку на эти объекты в регистре RMI. Регистр RMI является выполняемым сервисом, который выполняется на сервере RMI. Удаленные объекты, созданные сервером, регистрируются в регистре с помощью уникального имени. Клиент получает удаленную ссылку на один или несколько удаленных объектов из регистра, просматривая имена объектов, и затем клиент вызывает

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

методы на удаленном объекте(ах), чтобы получить доступ к сервисам удаленного объекта(ов).Таким образом, RMI обеспечивает механизм, при котором сервер и клиент связываются и передают информацию в обоих направлениях.

Архитектура RMI состоит из трех уровней (рисунок 14):

- уровень стаб/скелетон (Stub/Skeleton);
- уровень удаленной ссылки (Remote Reference Layer);
- транспортный уровень.

Уровень стаб/скелетон прослушивает вызовы удаленных методов, сделанные клиентом, и направляет эти вызовы на удаленные RMI сервисы на сервере. Этот уровень состоит из стаб и скелетон.

Запрос метода удаленного объекта на клиентской стороне начинается со стаб. Стаб выступает как прокси (proxy) на стороне клиента, представляющего удаленный объект. (Прокси, по определению, является сетевой службой (процессом), позволяющей клиентам выполнять косвенные запросы к другим сетевым службам). К нему обращаются программы, как к любому другому локальному объекту, выполняющемуся на клиенте, и он (стаб) обеспечивает доступ к методам удаленного объекта. Стаб связывается с удаленным методом объекта через скелетон, который реализуется на сервере.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

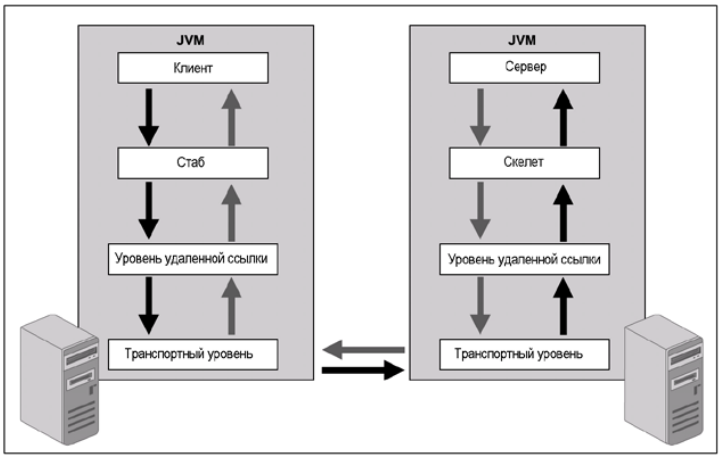


Рисунок 14. Архитектура RMI

Скелетон выступает как прокси на стороне сервера, который продолжает общение со стаб посредством:

- чтения параметров для вызова метода;
- выполнения вызова удаленного сервиса объекта реализации;
- получения возвращаемого значения;
- записи возвращенного значения обратно на стаб.

Уровень удаленной ссылки интерпретирует и управляет ссылками, сделанными клиентами к удаленному объекту на сервере. Этот уровень представлен как на клиенте, так и на сервере. RRL на стороне клиента принимает запросы о методах от стаб, которые передаются, как упакованный поток данных на RRL на стороне сервера. Упаковка представляет собой процесс, в котором параметры, переданные клиентом, преобразуются в формат, который может быть передан по сети. RRL на стороне сервера выполняет распаковку параметров, которые посланы удаленному методу через скелетон. Распаковка представляет собой процесс, в котором ранее упакованные параметры, переданные клиентом RRL клиентской стороне, преобразуются в формат,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

который скелетон понимает. Во время возвращения значений от скелетона, данные вновь обрабатываются и передаются клиенту через RRL со стороны сервера.

Транспортный уровень является связующим звеном между RRL на стороне сервера и RRL на стороне клиента. Транспортный уровень отвечает за создание новых соединений и управление существующими соединениями. Он также отвечает за управление удаленными объектами, которые находятся в адресном пространстве транспортного уровня. Следующие операции поясняют процедуру соединения клиента с сервером:

- при получении запроса от RRL на стороне клиента, транспортный уровень устанавливает соединение сокета с сервером через RRL на стороне сервера;

- затем, транспортный уровень передает установленное соединение с RRL на стороне клиента и добавляет ссылку на соединение в свою таблицу.

Транспортный уровень осуществляет соединение между различными JVM. Все соединения представляют собой основанные на потоках сетевые соединения, использующие TCP/IP. Даже если две JVM работают на одном и том же физическом компьютере, они соединяются через стек сетевых протоколов TCP/IP.

RMI обладает рядом уникальных свойств, таких как распределенное, автоматическое управление объектами и возможность пересылать сами объекты от машине к машине.

Благодаря своей легко используемой Java-модели, RMI является самым простым и самым быстрым способом создания распределенных систем. RMI не такая мощная технология, как COM или CORBA. Поддержка только одного языка делает невозможным взаимодействие с объектами, написанными не на языке

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Java. Тем самым, роль RMI в создании больших, масштабируемых промышленных систем, снижается.

Достоинства и недостатки технологии RMI представлены в таблице 14.

Таблица 14

Достоинства и недостатки технологии RMI

Достоинства	Недостатки
Быстрое и простое создание распределенных приложений	Поддержка только одного языка – Java
Java-оптимизация	Трудность интегрирования с существующими приложениями
Динамическая загрузка компонент-переходников	Плохая масштабируемость
Возможность передачи объектов по значению	
Встроенная безопасность	

Проблемы построения распределенных систем

Прежде всего, отметим, что на ближнюю перспективу наиболее распространенной технологией останется трехуровневая технология клиент-сервер. Поэтому на ее анализе сосредоточим основное внимание.

Как правило, трехуровневые архитектуры применяются в системах с большим числом клиентов (до нескольких тысяч) поэтому возникает проблема перегрузки сервера приложений, па который поступают запросы от всех клиентов. Для ее решения используется подход, основанный па установке в системе нескольких серверов приложений.

Аналогичной является проблема перегрузки серверов баз данных, основным решением которой также является использование нескольких серверов баз данных.

Однако простое увеличение количества серверов не всегда приводит к положительным результатам. Это связано со следующими особенностями работы системы.

а) В системе на серверах приложений установлено, как правило, большое количество приложений, и введение дополнительных серверов приложений требует решения задачи

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

распределения приложений по серверам. Поскольку запросы от пользователей могут быть адресованы ко многим приложениям, то нагрузка зависит от того, какому приложению отдают «предпочтение» пользователи в тот или иной период работы системы.

б) При большом количестве пользователей возможно закрепление пользователей (клиентов) за серверами приложений, однако при этом загрузка серверов будет зависеть от активности пользователей.

Аналогичные проблемы возникают и для серверов баз данных. Можно либо разделить базу на части и каждую часть установить на отдельном сервере базы данных, либо закрепить за серверами баз данных определенное множество приложений, установив на всех серверах копии базы данных.

Таким образом, возникает задача управления нагрузкой серверов, решение которой можно проводить различными путями, однако любой подход к решению задачи связан с управлением потоками запросов к серверам. При этом управление может быть либо статическим, когда за каждым сервером закреплен свой поток запросов, либо динамическим, когда каждый запрос направляется на один из серверов в зависимости от состояния всей системы серверов.

При любом решении необходимо иметь возможность проведения оценки и анализа, лучше предварительного, получаемых при этом результатов.

В связи с этим необходимо разработать систему критериев и показателей качества решения задачи управления нагрузкой серверов, а также средства для вычисления количественных значений разработанных показателей качества. Естественно, что показатели качества решения задачи управления нагрузкой

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

являются функциями от характеристик работы серверов, зависящих от конкретного метода управления.

Кроме оценки значений показателей качества модели должны позволять обоснованно выбирать значения параметров серверов, решать задачи оптимизации параметров серверов и параметров методов управления нагрузкой серверов.

В статье был проведен анализ современных технологий, которые позволяют обеспечить работу пользователей в распределенных информационных системах большой размерности. Показано, что в настоящее время базовой технологией по-прежнему остается технология взаимодействия клиент-сервер. Перечислены преимущества и недостатки синхронного и асинхронного взаимодействия между клиентом и сервером.

Рассмотрены направления развития технологии клиент-сервер, особенности ее применения при построении корпоративных информационных систем, интегрирующих локальные базы данных. Проведен краткий анализ широко применяемых технологий, которые используются при построении системы распределенных объектов.

Проведен анализ возможностей технологий объектного программирования для построения распределенных информационных систем, определены направления для применения объектных технологий, особенности их применения, достоинства и недостатки.

Определены основные проблемы применения современных технологий при построении распределенных информационных систем большой размерности. Показано, что одной из важных задач является управление нагрузкой серверов промежуточного слоя (серверов приложений, серверов доступа).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Библиографический список

1. Кирсанов, Э. А. Обработка информации в пространственно-распределенных системах радиомониторинга. Статистический и нейросетевой подходы / Э.А. Кирсанов, А.А. Сирота. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 344 с. с.

2. Соколов, А.В. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах / А.В. Соколов, В.Ф. Шаньгин. - М.: ДМК Пресс, 2002. - 656 с.

3. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен. — СПб.: Питер, 2003. — 877 с.

4. Родин А.В., Бурцев В.Л. Классификация распределенных систем

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 534.1

Щитов А.Н. Вариант автоматизированной системы мониторинга риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах

The variant of the automated system for monitoring the risk of emergencies at potentially hazardous facilities

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье рассматривается автоматизированная система мониторинга риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах. Данная система должна оперативно собирать и обрабатывать данные о различных видах обстановки, представлять их диспетчеру в удобной отчетной форме.*

Ключевые слова: *автоматизированное рабочее место, программируемый логический контроллер, российская система предупреждения чрезвычайных ситуаций*

Abstract. *The article deals with an automated system for monitoring the risk of emergencies at potentially hazardous facilities. This system must quickly collect and process data on various types of environment, present them to the dispatcher in a convenient reporting form.*

Keywords*: automated workplace, programmable logic controller, Russian emergency warning system*

Автоматизированная система мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры и опасных грузов должна осуществлять информационное обеспечение системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, являющейся функциональной подсистемой единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» опасными производственными

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

объектами являются предприятия или их цехи, участки, а также иные производственные объекты, на которых:

а) получают, используют, перерабатывают, образуют, хранят, транспортируют, уничтожают следующие опасные вещества:

- воспламеняющиеся вещества - газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20°С или ниже;

- окисляющие вещества - вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

- горючие вещества - жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

- взрывчатые вещества - вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое распространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;

- токсические вещества - вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить их к гибели;

- высокотоксичные вещества - вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели;

- вещества, представляющие опасность для окружающей среды.

б) используют оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115°С;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

в) применяют стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;

г) получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

д) ведут горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

Создание автоматизированной системы мониторинга риска возникновения чрезвычайных ситуаций обусловлено необходимостью совершенствования организации работ в области своевременного выявления и предупреждения угроз техногенного и природного характера, а также вызванных проявлениями терроризма в отношении критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры Российской Федерации и опасных грузов.

Целями создания системы автоматизированного мониторинга опасных объектов и грузов являются:

- повышение эффективности мер предупреждения фактов возникновения кризисных ситуаций на транспорте при перевозке опасных грузов;

- повышение уровня безопасности при выполнении перевозок опасных грузов;

- повышение качества принимаемых мер для преодоления кризисных ситуаций с опасными грузами;

- минимизация ущерба от кризисных ситуаций для населения, объектов инфраструктуры и окружающей среды.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При создании и использовании автоматизированной системы мониторинга опасных объектов необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

а) обеспечение соответствия решаемой системой мониторинга задачи, а также ее структуры и характеристик:

- уровню угроз в отношении объектов и грузов;

- структуре и задачам федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, в сфере ведения которых находятся вопросы обеспечения защищенности объектов и грузов и охраны окружающей среды;

б) организационное, информационное и функциональное единство системы мониторинга, основу которого составляют:

- единая система классификации и кодификации угроз объектам и грузам, показателей и критериев оценки состояния защищенности объектов и грузов;

- базовые (типовые) протоколы, алгоритмы (программы) сбора, обработки и обмена информацией, подготовки и автоматизированной поддержки принятия и реализации управленческих решений на основе данных мониторинга;

- единая геоинформационная система;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

в) иерархичность построения системы мониторинга, возможность централизованного и санкционированного децентрализованного использования ресурсов системы мониторинга;

г) рациональная функциональная совместимость центров мониторинга различных уровней;

д) унификация программных, информационных и технических средств, обеспечение совместимости элементов системы мониторинга, возможности ее модульного наращивания и модернизации;

е) возможность структурного и функционального развития, оптимизации состава пользователей системы мониторинга и спектра оказываемых услуг;

ж) многофункциональность, обеспечивающая одновременное решение задач в интересах национальной безопасности и социально-экономического развития страны;

з) преемственность, основанная на интеграции и совершенствовании иных систем мониторинга;

и) гарантированная защита информации от несанкционированного доступа, включая ограниченный доступ к циркулирующей в системе мониторинга информации.

Основные функции автоматизированной системы мониторинга опасных объектов

Автоматизированная система мониторинга критически важных объектов (далее по тексту - АСМ КВО) обеспечивает выполнение следующих информационных функций:

- обработка, анализ полученных данных и выявление критических ситуаций на объекте, контроль динамики и прогнозирование их развития;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- возможность ввода и редактирования информации баз данных с любого АРМ, подключённого к сети связи и передачи данных системы, а при установке защищённого узла доступа и через Интернет;

- передача информации о местоположении, обобщенных параметрах состояния защищенности объектов и грузов, маршрутах транспортировки грузов и других необходимых данных;

- отображение информации из баз данных в ГИС с учётом функций выделения и фильтрации;

- прогнозирование угроз техногенного, природного характера опасным объектам и грузам;

- получение по запросу информации, необходимой для оценки обстановки в выбранном географическом районе и принятия решений;

- представление руководству объекта и в муниципальный центр мониторинга и управления (ЦМУ) информации о возможном возникновении критических ситуаций на объекте и их последствиях;

- подготовка вариантов управленческих решений по предупреждению критических ситуаций на территории объекта и в зоне его ответственности;

- ведение информационных баз данных для обеспечения поддержки принятия и реализации управленческих решений по защите объектов и грузов;

- документирование и архивирование информации о показателях состояния защищенности объекта и грузов;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- формирование единого информационного пространства системы мониторинга на основе унификации и совместимости информационных, программных и аппаратных средств;

- обмен информацией с территориальными подразделениями федеральных органов исполнительной власти (МВД, МЧС, ФСБ), структурными подразделениями Росгидромета, Минздрава, Ростехнадзора и др;

- своевременное оповещение населения о возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Структурно система мониторинга представлена на рисунке 1.

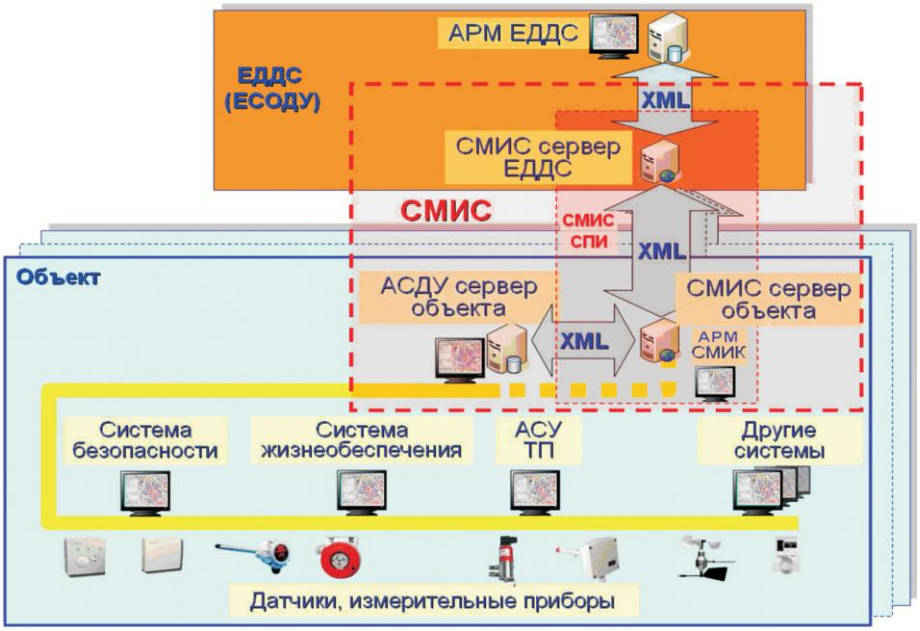


Рисунок 1. Структурированная система мониторинга внутри объекта с целью передачи информации в структуру РСЧС (Российская система предупреждения ЧС)

Состав и структура автоматизированной системы мониторинга

Система мониторинга предполагает федеральный, межрегиональный, региональный, муниципальный и объектовый уровни. При этом в составе

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

автоматизированной системы мониторинга каждого уровня должны быть предусмотрены:

а) объектовый центр системного мониторинга и управления, который является основным элементом системы и предназначен для:

- для сбора, анализа и обработки информации о состоянии с (производственных участков с критическими технологическими процессами), систем жизнеобеспечения и безопасности КВО;

- передачи информации в вышестоящий ЦМУ об обобщенных показателях состояния защищенности КВО;

- подготовки вариантов управленческих решений для руководителя КВО в случае возникновения угроз, критических или чрезвычайных ситуаций;

б) системы, комплексы и средства получения, хранения и обработки информации;

в) датчиковую и преобразующую аппаратуру, состоящую из комплектов оборудования для контроля критически важных систем и систем жизнеобеспечения опасных объектов КВО;

г) системы и средства телекоммуникаций, сбора, передачи данных и оповещения, которые предназначены для обмена данными с территориально удаленными абонентами, муниципальным ЦСМОУ.

Объектовый центр мониторинга и управления включает:

- автоматизированные рабочие места (АРМ);

- специальное коммуникационное оборудование, которое подключается непосредственно к датчиковой и преобразующей аппаратуре критически важных систем;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- средства локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия для организации сбора информации с датчиковой и преобразующей аппаратуры;

- контроля воздушной среды в производственных помещениях, контроля критических точек выброса вредных веществ на территории КВО;

- серверы ЦМУ: сервер базы данных верхнего уровня, сервер базы данных реального времени, терминальный сервер;

- средства коллективного (группового) отображения информации;

- выносные средства отображения информации для руководства КВО (генерального директора, его заместителей, главного инженера);

- коммуникационные средства (маршрутизатор) и средства защиты информации (межсетевой экран);

- средства оповещения подразделений, участков, цехов, отделов и служб предприятия (включаются функционально).

Терминальный сервер посредством ПСИ осуществляет сбор информации с ДПА по различным интерфейсам.

Сервер баз данных реального времени осуществляет оперативную обработку датчиковой информации и ведение баз данных реального времени.

Сервер баз данных верхнего уровня выполняет функции вторичной обработки информации, ведение статистических и других баз данных верхнего уровня, формирование трехмерных моделей, ведение электронного паспорта КВО.

Сервер администрирования сети (контролера домена) осуществляет организацию работы сети и контролирует доступ к информации ЦМУ (выполняет проверку полномочий пользователей).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Средства коллективного (группового) отображения информации ЦМУ предназначены для отображения общей информации, включая информацию по аномальным (критическим, чрезвычайным) ситуациям, результаты моделирования и прогнозирования. Эта информация используется, в том числе для привлекаемых в таких ситуациях экспертов из других подразделений предприятия.

В состав автоматизированной системы входят следующие подсистемы:

- подсистема сбора информации (ведения баз данных);
- подсистема взаимодействия с Росгидрометом и ведения данных по опасным природным явлениям;
- подсистема ГИС;
- подсистема поддержки принятия решений при ликвидации ЧС;
- подсистема взаимодействия с ИНС «Глонасс» и GPS.

Структурно система мониторинга представлена на рисунке 2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

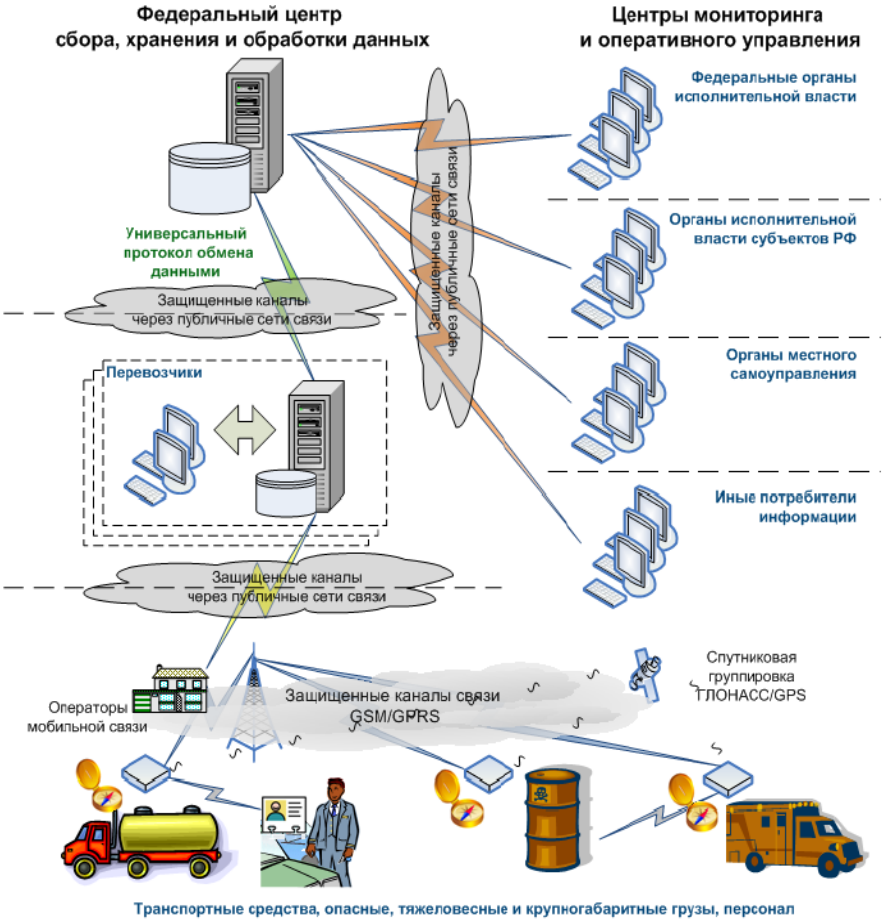


Рисунок 2. Структура системы мониторинга

Подсистема сбора информации (ведения баз данных) обеспечивает выполнение следующих функций:

а) ввод данных в следующие базы данных:

- база данных по ЧС;
- база данных по объектам транспорта;
- база данных по органам управления;
- база данных по складам и хранилищам;
- база данных по объектам жизнеобеспечения;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- база данных по объектам с массовым пребыванием людей;
- база данных по объектам промышленности;
- база данных опасных производственных объектов;
- база данных складов боеприпасов;

б) ввод геоданных по всем объектам БД;

в) привязка документов к любому объекту БД;

г) отображение сводной информации по однотипным объектам базы данных в виде электронных журналов с возможностью фильтрации, экспорта и передачи информации вверх по вертикали.

Подсистема взаимодействия с Росгидрометом и ведения данных по опасным природным явлениям обеспечивает выполнение следующих функций:

- отображение в любой точке данных о метеорологических параметрах (по информации от Росгидромета) за любой прошедший день и прогноз на 2 дня вперёд;
- отображение данных о радиационной обстановке в районе измерительных станций Росгидромета в режиме on-line;
- ведение базы данных по опасным и неблагоприятным явлениям на территории Российской Федерации (хранение за каждый день) и её отображение на карте;
- ведение данных о циклонах и антициклонах на территории РФ.

Подсистема ГИС обеспечивает выполнение следующих функций:

- масштабирование и перемещение по карте;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- выполнение пространственных измерений;
- отображение на карте объектов базы данных как тематических слоев карты с функциями фильтра и управления прозрачностью;
- создание базовых групп тематических слоёв для отображения;
- отображение базовой группы тематических слоёв;
- отображение погоды и опасных явлений;
- отображение архива ЧС.

Подсистема поддержки принятия решений при ликвидации ЧС состоит из 5-ти подсистем.

а) Подсистема учёта сил при ликвидации ЧС обеспечивает выполнение следующих функций:

- отображение сил в районе ЧС с возможностью выбора отдельных подразделений, привлекаемых к ЧС;
- отображение сводной таблицы привлекаемых сил с расчётом расстояний от мест дислокации сил до места ЧС.

б) Подсистема планирования мероприятий по ликвидации последствий ЧС обеспечивает выполнение следующих функций:

- ведение типовых планов ликвидации ЧС для различных типов ЧС в составе мероприятий (организационных, по предупреждению ЧС, по ликвидации ЧС);
- формирование плана работ по ЧС на основе типового плана.

в) Подсистема оперативной передачи информации с места ЧС обеспечивает выполнение следующих функций:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- нанесение обстановки в районе ЧС на карту с использованием библиотеки условных знаков;

- хранение обстановки в базе данных по ЧС;

- трансляцию изменений в обстановке на другой ПК;

г) Подсистема ведения библиотеки документов по ЧС обеспечивает:

- формирование рубрикатора документов по ЧС;

- ведение архива документов по ЧС с использованием рубрикатора.

д) Подсистема формирования отчётов по ЧС обеспечивает формирование отчётов по БД ЧС.

Подсистема взаимодействия с ИНС «Глонасс» или GPS обеспечивает выполнение следующих функций:

- поиск и отслеживание движения транспортных средств, оборудованных системой ГЛОНАСС/GPS;

- отображение выбранных транспортных средств на карте.

Промышленная сеть АСМ КВО И ОГ

В современных системах АСМ КВО и ОГ важную роль имеет промышленная связь. Промышленная сеть является основой для построения распределенных систем сбора данных и управления.

Промышленная сеть используется для:

- передачи данных между исполнительными механизмами, датчиками и контроллерами;

- удаленного конфигурирования датчиков;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- калибрования датчиков;

- связи между датчиками, исполнительными механизмами, ПЛК и АСМ верхнего уровня.

Соединение промышленной сети с ее компонентами (устройствами, узлами сети) выполняется с помощью интерфейсов, основными параметрами которых являются пропускная способность и максимальная длина подключаемого кабеля. Наиболее распространены в промышленной автоматизации последовательные интерфейсы RS-485, RS-232, RS-422, Ethernet, CAN, HART, AS-интерфейс.

В промышленных сетях используют:

- кабельные линии;
- волоконно-оптические линии;
- беспроводную связь (Wi-Fi, ZigBee и др.).

Промышленные сети могут взаимодействовать с локальными вычислитель-ными сетями, а также использовать глобальную сеть Интернет.

Появление промышленных коммуникационных протоколов положило начало внедрению территориально распределенных систем управления, способных охватить множество технологических установок, объединяющие целые цеха, а иногда и заводы. В настоящее время существует более 50 видов сетей: Modbus, Profibus, DeviceNet, CANopen, Ethernet, BitBus, ArcNet и другие. Широко распространенными является только часть из них. В России большинство АСМ используют сети Modbus и Profibus.

Протокол Profibus

Profibus - это наиболее успешно развивающаяся открытая шина промышленного применения, которая обладает широким диапазоном приложений. С помощью Profibus осуществляется возможность обмена

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

информацией между компонентами АСМ. Через один и тот же интерфейс могут связываться друг с другом программируемые логические контроллеры, персональные компьютеры (ПК), панели оператора, датчики. Сеть Profibus использует только первый и второй уровни модели OSI (таблица 1).

Таблица 1

Profibus в соответствии с моделью OSI

№	Название уровня	Profibus DP	Profibus FMS	Profibus PA
7	Прикладной	Нет	(FMS)	Нет
6	Представительный	Нет	-	-
5	Сеансовый	Нет	-	-
4	Транспортный	Нет	-	-
3	Сетевой	Нет	-	-
2	Канальный (передачи данных)	FDL	FDL	IEC 1158-2
1	Физический	RS-485, оптоволоконный интерфейс	RS-485, оптоволоконный интерфейс	Интерфейс IEC 1158-2

Один из вариантов сети, Profibus FMS, использует также уровень 7.

Profibus имеет три модификации.

- Profibus DP (Profibus for Decentralized Peripherals - Profibus для децентрализованной периферии) использует уровни 1 и 2 модели OSI, а также пользовательский интерфейс, который в модель OSI не входит. Непосредственный доступ из пользовательского приложения к канальному уровню осуществляется с помощью DDLM (Direct Data Link Mapper - прямой преобразователь для канального уровня). Пользовательский интерфейс обеспечивает функции, необходимые для связи с устройствами ввода-вывода и контроллерами. Profibus DP в отличие от FMS и PA построен таким образом, чтобы обеспечить наиболее быстрый обмен данными с устройствами, подключенными к сети.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- Profibus FMS (Profibus с FMS-протоколом) использует уровень 7 модели OSI, он используется для обмена данными с контроллерами и компьютерами на регистровом уровне. Profibus FMS предоставляет большую гибкость при передаче больших объемов данных.

Profibus FMS и DP используют один и тот же физический уровень, основанный на интерфейсе RS-485, и могут работать в общей сети.

- Profibus PA Profibus PA (Profibus for Process Automation - для автоматизации технологических процессов) - это расширение DP-протокола в части технологии передачи, основанной не на RS-485, а на реализации стандарта IEC1158-2 для организации технологии передачи во взрывоопасных средах. Для коммутации устройств нужна всего одна витая пара, которая может одновременно использоваться и для информационного обмена, и для запитывания устройств.

Profibus является сетью с несколькими ведущими устройствами. В качестве ведомых устройств обычно используются устройства ввода/вывода, клапана, датчики.

На сегодняшний день более широкое применение получил Profibus DP. На физическом уровне Profibus DP использует стандарт RS-485, скорость передачи доходит до 12 Мбит/с. Количество подключаемых устройств доходит до 32, их число можно увеличить при помощи повторителей интерфейса.

В зависимости от требований, предъявляемых к сети Profibus, для передачи данных могут использоваться различные виды каналов связи.

а) Электрические каналы связи выполняются экранированной витой парой. Для прокладки линий связи может использоваться множество кабелей для различных условий эксплуатации. Большинство из этих кабелей поддерживает технологию быстрого соединения. Особые требования установлены к сетевому

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

кабелю. Он должен иметь волновое сопротивление 135 - 165 Ом, при емкости не более 35 пФ/м, с площадью поперечного сечения проводника более 0,34 мм^2 и погонным сопротивлением не более 100 Ом/км.

Физические характеристики технологии передачи RS-485 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физические характеристики технологии передачи RS-485

Топология сети	Шинная топология, древовидная структура с использованием повторителей
Среда передачи	Экранированная витая пара
Возможные длины сегментов (в зависимости от типа кабеля)	1000 м - скорость передачи до 187,5 кбит/с 400 м - скорость передачи 500 кбит/с 200 м - скорость передачи 1,5 Мбит/с 100 м – скорости передачи 3,6 и 12 Мбит/с
Количество подключенных последовательно повторителей	Не более 9
Количество узлов	Не более 32 на одном шинном сегменте. Не более 127 в сети при использовании повторителей.
Скорости передачи	9,6 кбит/с, 19,2 кбит/с, 45,45 кбит/с, 93,75 кбит/с, 187,5 кбит/с, 500 кбит/с, 1,5 Мбит/с, 3 Мбит/с, 6 Мбит/с, 12Мбит/с

Преимуществами использования RS-485 являются:

- гибкая шинная или древовидная топология с повторителями, шинными терминалами и шинными штекерами для подключения узлов Profibus;

- пассивная передача сигналов, которая обеспечивает отключение узлов без оказания влияния на сеть;

- простота прокладки и подключения шинного кабеля.

Основной недостаток: охватываемое расстояние увеличивается при уменьшении скорости передачи.

б) Оптические каналы связи Profibus могут выполняться стеклянными или пластиковыми оптоволоконными кабелями, предназначенными для

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

различных условий эксплуатации. При использовании стеклянного оптоволокна дальность связи может быть увеличена до 15 км. Физические характеристики волоконно-оптического канала представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физические характеристики волоконно-оптического канала

Топология сети	Шинная топология при использовании встроенных оптических портов. Шинная топология, топология «звезда» и «кольцо».
Среда передачи	Волоконно-оптические кабели с волокнами из стекла, с пластиковым покрытием или с пластиковыми волокнами.
Длина сегментов точка-точка	До 15 км при использовании стекловолокна в зависимости от типа волокна.
Скорость передачи	9,6 кбит/с, 19,2 кбит/с, 45,45 кбит/с, 93,75 кбит/с, 187,5 кбит/с, 500 кбит/с, 1,5 Мбит/с, 3 Мбит/с, 6 Мбит/с, 12 Мбит/с
Количество узлов	Не более 127 в сети (126 для кольцевой топологии)

Преимуществами использования волоконно-оптических каналов являются:

- достигаются большие расстояния между двумя терминалами передачи данных, независимо от скорости передачи (расстояния между двумя модулями достигают до 15 км);
- узлы и среда передачи данных электрически развязаны между собой;
- отсутствие электромагнитных помех;
- высокая надёжность ЛВС благодаря использованию кольцевой топологии.

Недостатками являются: общее время передачи пакета увеличено по сравнению с сетями на витой паре; для монтажа стеклянных волоконно-оптических кабелей к штекерам требуется специальные инструменты.

в) Беспроводные каналы связи (ИК-технология).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Физические характеристики беспроводной передачи в инфракрасном диапазоне представлены в таблице 4.

Таблица 4

Физические характеристики беспроводной передачи в инфракрасном диапазоне

Топология сети	Точка-точка, точка-многоточка
Среда передачи	Открытое пространство в прямой видимостью
Длина сегментов точка-точка	15 м
Скорость передачи	9,6 кбит/с, 19,2 кбит/с, 45,45 кбит/с, 93,75 кбит/с, 187,5 кбит/с, 500 кбит/с, 1,5 Мбит/с
Количество узлов	Не более 127 в сети

Недостатками являются: скорость передачи менее 1,5 Мбит/с, требуется открытое пространство и прямая видимость между узлами, максимальное расстояние не превышает 15 м, в сетях может быть только одно ведущее устройство.

На одном физическом канале (RS-485 или оптоволоконном) одновременно могут работать устройства Profibus всех трех типов. Рабочая скорость передачи может быть выбрана в диапазоне 9,6 кбит/с – 12 Мбит/с.

Протокол Modbus

Modbus - коммуникационный протокол, основанный на клиент-серверной архитектуре. Разработан фирмой Modicon для использования в контроллерах с программируемой логикой (ПЛК). Этот протокол широко применяется для организации связи в АСМ. Использует для передачи данных последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232 и другие, а также сети TCP/IP. Устройства разных производителей, поддерживающие протокол Modbus, легко интегрируются в единую сеть автоматизации.

Преимуществами Modbus является: отсутствие необходимости в специальных интерфейсных контроллерах, простота программной реализации,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

совместимость с большим количеством оборудования, высокая достоверность передачи данных. В Modbus применяется сетевой обмен типа «ведущий / ведомый», поэтому требуется интенсивный опрос ведомых устройств.

Модель OSI протокола Modbus содержит три уровня: физический, канальный и прикладной (таблица 5).

Таблица 5

Модель OSI для Modbus

Номер уровня	Название уровня	Реализация
7	Прикладной	Modbus Application Protocol
6	Представительный	Нет
5	Сеансовый	Нет
4	Транспортный	Нет
3	Сетевой	Нет
2	Канальный (передачи данных)	Протокол «ведущий / ведомый». Режимы RTU и ASCII.
1	Физический	RS 485, RS 232

Разновидностями Modbus являются протоколы Modbus Plus (протокол с кольцевой передачей) и Modbus TCP, рассчитанный на использование в сетях Ethernet и Интернет. Протокол Modbus имеет два режима передачи: RTU (Remote Terminal Unit – удаленное терминальное устройство) и ASCII.

Стандарт Modbus предусматривает применение физического интерфейса RS-485 и RS-232. Наиболее распространенным для организации промышленной сети является 2-проводной интерфейс RS-485. Для соединения точка-точка может быть использован интерфейс RS-485 или RS-232.

В промышленной сети на основе Modbus стандарт рекомендует использовать интерфейс RS-485 с двухпроводной линией передачи, но допускается применение четырехпроводной линии и интерфейса RS-232.

Modbus-шина должна состоять из одного магистрального кабеля, от которого могут быть сделаны отводы. Магистральный кабель Modbus должен содержать три проводника в общем экране, два из которых представляют собой витую пару, а третий соединяет общие («земляные») выводы всех интерфейсов

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

RS-485 в сети. Общий провод и экран должны быть заземлены в одной точке, желательно около ведущего устройства.

Устройства могут подключаться к кабелю тремя способами:

- непосредственно к магистральному кабелю;
- через пассивный разветвитель (тройник);
- через активный разветвитель (содержащий повторитель интерфейса).

Протокол Modbus предполагает, что только одно ведущее устройство (контроллер) и до 247 ведомых (модулей ввода-вывода, датчики) могут быть объединены в промышленную сеть. Обмен данными всегда инициируется ведущим.

Ведомые устройства никогда не начинают передачу данных, пока не получат запрос от ведущего. Ведомые устройства также не могут обмениваться данными друг с другом. Поэтому в любой момент времени в сети Modbus может происходить только один акт обмена.

Структура обмена данными между ведущим и ведомым устройствами представлена на рисунке 3:

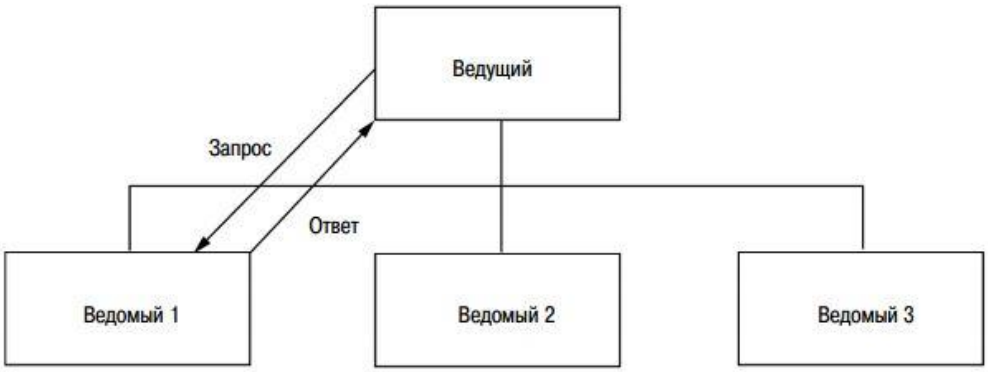


Рисунок 3. Структура обмена данными между ведущим и ведомым устройствами

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Адреса с 1 по 247 являются адресами Modbus устройств в сети, а с 248 по 255 зарезервированы. Ведущее устройство не должно иметь адреса и в сети не должно быть двух устройств с одинаковыми адресами.

Прикладной уровень Modbus RTU обеспечивает коммуникацию между устройствами типа ведущий/ведомый. Прикладной уровень является независимым от физического и канального, в частности, он может использовать протоколы Ethernet TCP/IP (Modbus TCP/IP), Modbus Plus (многомастерная сеть с передачей маркера), интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485, оптоволоконные, радиоканалы и другие физические среды для передачи сигналов.

Прикладной уровень Modbus основан на запросах с помощью кодов функций. Код функции указывает ведомому устройству, какую операцию оно должно выполнить.

При использовании протокола прикладного уровня с различными протоколами транспортного и канального уровня сохраняется неизменным основной блок Modbus-сообщения, включающий код функции и данные (этот блок называется PDU - Protocol Data Unit - элемент данных протокола). К блоку PDU могут добавляться дополнительные поля при использовании его в различных промышленных сетях и тогда он называется ADU (Application Data Unit - элемент данных приложения).

Только ведущее устройство может осуществлять пересылку (транзакцию) команд всем датчикам или только одному. Транзакции бывают либо типа запрос/ответ (адресуется только одному датчику), либо широковещательные/без ответа (адресуются всем устройствам). Транзакция содержит один кадр запроса и один кадр ответа, либо один кадр широковещательного запроса.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Некоторые характеристики протокола Modbus фиксированы. К ним относятся: формат кадра, последовательность кадров, обработка ошибок коммуникации и исключительных ситуаций, и выполнение функций. Другие характеристики выбираются пользователем. К ним относятся: тип средства связи, скорость обмена, проверка на четность, число стоповых бит, и режим передачи (ASCII или RTU). Параметры, выбираемые пользователем, устанавливаются (аппаратно или программно) на каждой станции. Эти параметры не могут быть изменены во время работы системы.

Таким образом, в разрабатываемой автоматической системе мониторинга КВО и ОГ будем использовать протокол промышленной сети Modbus, потому что она строится по клиент-серверной архитектуре и позволяет подключить большое количество сенсоров.

Применение SCADA-системы

Современная АСМ представляет собой многоуровневую систему управления. Ее создание осуществляется при помощи использования автоматических информационных систем сбора данных.

Автоматическая система мониторинга состоит из двух уровней, верхний уровень которой представляет собой информационную систему управления и сбора данных. Диспетчер получает информацию с монитора ЭВМ и воздействует на устройства нижнего уровня АСМ, находящиеся на значительном расстоянии при помощи телекоммуникационных систем, исполнительных механизмов и ПЛК .

Для эффективной реализации диспетчерского управления необходима система, при помощи которой будет осуществляться работа с информацией (процесс сбора, передачи, обработки, отображения и представления информации). Основными требованиями, предъявляемыми к диспетчеру, являются: знание технологического процесса, опыт работы с

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

информационными системами, способность принимать решения в нештатных и аварийных ситуация и т. д.

SCADA - это система, которая предназначена для сбора информации с датчиков нижнего уровня АСМ, находящихся на удаленном расстоянии, анализа и управления. SCADA-система позволяет показательно представлять процесс и предоставляет графический интерфейс диспетчеру для контроля и управления. На данный момент имеется широкий ряд SCADA-систем, большинство которых имеют одинаковый набор функциональных возможностей, которые позволяют выполнить предъявляемые требования к верхнему уровню АСМ. Основными возможностями и средствами SCADA-систем являются:

- использования графического интерфейса, который необходим для построения и отображения технологического процесса (ТП);
- средства сбора первичной информации от устройств нижнего уровня;
- возможность поддержки баз данных. Одной из основных задач систем диспетчерского контроля и управления является обработка информации: сбор, оперативный анализ, хранение, сжатие, пересылка и т. д., следовательно должна функционировать база данных;
- средства регистрации сигналов об аварийных ситуациях;
- наличие драйверов для устройств нижнего уровня АСМ;
- возможность поддержки языков программирования высокого уровня;
- средства обработки первичной информации;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- средства защиты от несанкционированного доступа к файлам и ком-понентам.

На сегодняшний день существует большой выбор SCADA-систем, наиболее распространенными являются:

а) SCADA - система Intouch компании Wonderware, представляет собой HMI интерфейс для промышленной автоматизации, управления технологическими процессами и диспетчерского контроля. Она является достаточно гибкой, ее интерфейс представляет широкие возможности взаимодействия с множеством устройств промышленной автоматизации. Система Intouch применяется в России для создания DCS (распределенных систем управления) и других АСМ.

б) SCADA – система Citect компании CI Technology. Она применяется как для небольших, так и для крупных систем АСМ. Преимуществами использования системы Citect являются: поддержка структуры клиент/сервер, открытая архитектуру, встроенное резервирование, гибкость использования инструментальных программных средств.

в) SCADA - система FIX компании Intellution. Данное программное обеспечение представляет собой мощный многофункциональных пакет, обеспечивающий полный контроль над любым технологическим процессом. Система FIX позволяет создавать как небольшие системы на базе одного SCADA –сервера, так и сложные сетевые конфигурации.

г) SCADA - система Genesis компании Iconics Co. Genesis представляет собой новое поколение программного обеспечения для АСМ. Genesis32 позволяет оптимально настроить и сконфигурировать создаваемые SCADA-приложения, обеспечить надежный контроль целостности данных и повысить производительность системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

д) SCADA – система RealFlex компании BJ Software Systems. Система является широко применимой в АСМ. Пакет RealFlex имеет модульную структуру. Он поставляется с полным набором модулей, обеспечивающих пользователя всем необходимым для разработки и функционирования систем контроля и управления процессами, включая утилиты конфигурирования в режиме online, средства обработки данных реального времени и тревог, архивирование данных предыстории, обработку вычислений.

е) SCADA - система Sitex компании Jade Software. Эта система является новой для российского рынка. Она включает в себя все необходимые компоненты, которые обеспечивают работоспособность системы без программирования: редактор базы данный, сервер распределенной базы данных реального времени, средства для оперативного контроля и управления, графический интерфейс, процессор данных, система управления тревогами.

ж) SCADA - система Trace Mode компании AdAstrA. Эта система является наиболее распространенной в России. Trace Mode основана на инновационных технологиях, таких как: разработка распределенной АСМ как единого проекта, оригинальные алгоритмы обработки сигналов и управления, объемная векторная графика мнемосхем, единое сетевое время.

Применение SCADA-систем в АСМ КВО позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации. В настоящее время SCADA является эффективным и наиболее перспективным методом автоматизированного мониторинга и управления сложными динамическими процессами.

Датчики и исполнительные устройства нижнего уровня АСМ КВО

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Нижний уровень АСМ КВО представляет собой различные сенсоры, контрольно-измерительные приборы и оборудование, а также исполнительные механизмы.

В состав автоматизированной системы мониторинга входят следующие элементы.

а) Датчик температуры (внешний), используется для измерения температуры воздуха на улице.

Он применяется в установках систем отопления, вентиляции и кондиционирования, выполняет функции: регулирует температуру потока с учетом погодной компенсации; применяется для оптимизации, индикации замеренных величин или для подсоединения к системе управления и автоматизации зданий.

Датчики температуры наружного воздуха предназначены для использования с контроллерами всех типов, способных регистрировать и обрабатывать измеренные величины. В настоящее время предлагается широкий выбор сенсоров для измерения температуры вне помещения.

б) Датчик влажности, он используется для автоматизации и диспетчеризации различного рода промышленных помещений, а также технологических процессов. Датчики влажности имеют различный измерительный диапазон. Для удобства автоматизации применяются комбинированные датчики с выходным сигналом по температуре и по влажности одновременно. Пример датчика влажности приведен на рисунке.

в) Стационарный датчик газоанализатор предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

довзрывоопасных концентраций (ДВК) горючих газов и паров в производственных помещениях и на открытых площадках.

В производственных помещениях датчики ПДК следует устанавливать в местах преимущественного пребывания персонала в количестве не менее одного датчика на 200 м^2 площади, но не менее 1 датчика на помещение.

г) Датчик угарного газа CO.

Он предназначен для автоматического непрерывного контроля концентрации угарного газа и сигнализации о превышении установленных требованиями пороговых значений концентрации монооксиси углерода в воздушной среде производственных, административных зданий и сооружений. Подключается непосредственно к стационарному газоанализатору.

д) Сигнализатор горючих газов предназначен для непрерывного контроля содержания довзрывоопасной концентрации горючих газов (метана или пропан-бутановой смеси) в воздухе опасных промышленных предприятий.

е) Управляющий контроллер, который получает информацию от системы датчиков, обрабатывает ее, а также управляет оборудованием АСМ. Выбор контроллера осуществляется исходя из требований к точности представления и обработки сигнала, а также требований к наличию в его составе дополнительных возможностей, необходимых для реализации блока нижнего уровня.

На сегодняшний день в автоматизированных системах мониторинга применяют программируемые логические контроллеры, которые имеют ряд отличительных особенностей:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- в сравнении с микроконтроллером (специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами), областью применения ПЛК являются автоматизированные процессы промышленного производства;

- в отличие от компьютеров, которые направлены на принятие решений и управление оператором, ПЛК ориентированы на работу с машинами через развитый ввод сигналов датчиков и вывод сигналов на исполнительные механизмы;

- в отличие от встраиваемых систем, ПЛК изготавливаются как самостоятельные изделия.

АСМ КВО, построенные на базе программируемого логического контроллера (ПЛК), получают все большее распространение за счет универсальности, удобства и надежности. При выборе конкретной модификации необходимо учитывать следующие требования:

- применение (удаленная станция, элемент в составе распределенной сети, автономное устройство);
- назначение (работа с данными, управление инженерными системами, терморегулирование и т. п.);
- способы измерения и хранения данных;
- необходимая скорость передачи информации, предполагаемые каналы связи, количество аналоговых и цифровых входов и выходов;
- среда программирования, интерфейс, требования, сопряженные с характеристиками панели оператора.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В настоящее время на рынке средств автоматизации имеется большой выбор программируемых логических контроллеров как отечественного, так и зарубежного производства. Широкое применение в автоматизированной системе мониторинга КВО получили ПЛК таких фирм, как: Овен, Агава, Siemens и др.

Промышленные ZigBee-модемы

Модемы в промышленном исполнении, построенные на базе ZigBee-модулей, оснащенные последовательным интерфейсом подключения, а также дискретными входами для подключения датчиков сигнализации. В настоящее время в АСМ КВО широко применимы ZigBee модемы AnCom RZ/L.

Модемы AnCom RZ/L в комплекте с ПО, которое используется для развертывания и пуско-наладки локальной сети, представляют собой законченное решение для организации беспроводного управления со стороны управляющих терминалов (ПК, пульты, планшеты) – из любой точки сети.

Модемы AnCom RZ/L используют спецификацию ZigBee PRO, расширяющую возможности оригинального стандарта ZigBee, в частности, за счет значительного увеличения дальности действия, большей простоты в использовании и поддержки сетей большего размера.

Достоинствами модема являются:

- беспроводная локальная радиосеть в нелицензируемом диапазоне частот;
- спецификация ZigBee PRO: простота в использовании и поддержка сетей большего размера;
- групповой или адресный (Modbus RTU) доступ к удаленным устройствам со стороны управляющих терминалов (компьютер или сервер на ОС Windows, планшет на Android, управляющий Modbus-контроллер);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- поддержка сетевых топологий: точка-точка, звезда, mesh;
- автоматическая ретрансляция передаваемых данных;
- дальность передачи сигнала за счет использования мощного передатчика 63 мВт (до 90 м внутри помещений и до 4 км в зоне прямой видимости между соседними узлами);
- встроенный адаптер первичного питания;
- подключение приборов, управляемых по интерфейсам RS-232 и RS-485 (надежный и безопасный прозрачный канал связи);
- программная поддержка полного цикла развертывания сетей ZigBee;
- набор технологических утилит для пуско-наладки и диагностики модема.

Подсистема мониторинга перевозок опасных грузов (ОГ)

В настоящее время в промышленности применяют разнообразные химические вещества и их различные соединения. В связи с этим возникает сложная задача их транспортировки. В России опасные грузы в общем объеме перевозок занимают около 15%, что свидетельствует о том, что большая часть их перевозится как неопасные, при этом снижается безопасность их перевозки и увеличивается ущерб от возможных чрезвычайных ситуаций.

Несмотря на непрерывное совершенствование перевозочного процесса, в центре внимания остаются вопросы обеспечения безопасности дорожного движения и предотвращения аварий с опасными грузами. Здесь весьма важен экологический аспект перевозок. Ущерб, наносимый авариями при перевозке опасных грузов, влечет за собой гибель и заболевания людей, поражение окружающей среды, повреждение технических средств и разрушение дорог, промышленных объектов, жилых зданий, повреждение

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

транспортных узлов, исторических памятников и природных достопримечательностей.

В целом опасный груз можно определить как груз, физические, химические и биологические свойства которого способны оказать отрицательное воздействие на людей, технику, сооружения и окружающую среду.

В состав системы мониторинга КВО и ОГ также входят автоматизированные системы мониторинга перевозок опасных грузов (ОГ). В зависимости от принадлежности они могут быть отраслевыми, региональными и предприятий (КВО). Первичная информация о маршруте, условиях и состоянии перевозимого груза от транспортных средств по каналам GSM/GPRS передается на предприятие, которому принадлежит транспортное средство. Далее согласно регламенту она поступает в центральные пункты мониторинга перевозок отрасли или региона (субъекта РФ).

Достоинством системы мониторинга КВО и ОГ является практическая реализация возможности автоматического (без участия человека) оперативного (в реальном времени) доведения до руководства и соответствующих служб предприятий, а также органов исполнительной власти объективной информации об угрозах возникновения аварий. Это позволяет существенно уменьшить негативное влияние «человеческого фактора».

При создании АСМ КВО и ОГ широко используются: информационные и геоинформационные технологии; результаты дистанционного зондирования Земли; технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды; технологии и методы компьютерного моделирования и экспертных систем; технологии ГЛОНАСС/GPS.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Мониторинг транспортных средств осуществляется с использованием устанавливаемого на транспортные средства бортового оборудования, обеспечивающего:

- прием и обработку спутниковых навигационных сигналов ГЛОНАСС/ GPS;
- сбор данных от различных бортовых датчиков о состоянии агрегатов транспортного средства и исполнительных устройств;
- передачу команд на исполнительные устройства;
- голосовую связь с экипажем;
- информационный обмен с сервером мониторинга по каналам связи.

Телематические данные от бортового оборудования обрабатываются сервером мониторинга и предоставляются пользователям через различные интерфейсы.

Применение систем спутниковой навигации в АСМ КВО И ОГ

В настоящее время, спутниковые системы навигации широко используются для обеспечения навигации и позиционирования с высокой точностью для всех потребителей на любом месте и в любое время.

Сегодня в мире существует американская система NAVSTAR GPS и российская ГЛОНАСС. Параллельно с действующими навигационными системами разрабатываются еще несколько систем: европейская система GALILEO, Индийская Спутниковая Региональная Система Навигации (IRNSS), Китайская Навигационная Спутниковая Система (Compass) и Японская навигационная система (QZSS).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Навигационные спутниковые системы предназначены для контроля навигационных параметров техники в режиме реального времени. NAVSTAR и ГЛОНАСС - системы двойного назначения, изначально разработанные для военных нужд Министерств обороны и поэтому первое, и основное назначение у систем стратегическое, второе назначение указанных систем - гражданское.

Современные системы спутникового позиционирования состоят из трех частей, получивших название секторов: космический сектор, включающий в себя набор спутников, который называют «созвездием»; сектор управления и контроля, состоящий из центральной (ведущей) станции и нескольких станций слежения, расположенных в разных точках земного шара; сектор пользователей, включающий в себя широко распространенную аппаратуру пользователей.

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Метод измерения расстояния от спутника до антенны приёмника основан на определении скорости распространения радиоволн. Для осуществления возможности измерения времени распространения радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени, в составе своего сигнала используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приёмника его часы синхронизируются с системным временем и при дальнейшем приёме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приёма сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приёмник вычисляет координаты антенны. Дополнительно накапливая и обрабатывая эти данные за

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

определённый промежуток времени, становится возможным вычислить такие параметры движения, как скорость (текущую, максимальную, среднюю), пройденный путь.

В свою очередь пользовательский сектор состоит из трех блоков аппаратно-программных средств (рисунок 5).

Рисунок 5. Система мониторинга перевозки ОГ

- мобильный блок (бортовое оборудование объектов мониторинга): телематический программируемый логический контроллер (ТПЛК) объектов мониторинга; датчики.

- серверный блок (центр сбора данных): Web-сервер - IP адрес для приема информации, система управления базами данных (СУБД), программное обеспечение системы мониторинга;

- клиентский блок (рабочее место оператора системы, диспетчер).

Получая с помощью GPS приемника данные со спутника о своем местоположении, а также сигналы от датчиков телематический блок обрабатывает их алгоритмом микроконтроллера и передает данные через GSM модем по сети GSM на серверный блок, где они и хранятся.

Открыв страницу системы в интернете, пользователь авторизируется и автоматически входит в систему, где получает доступ ко всей необходимой ему для работы информации.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Бортовое оборудование для мониторинга транспорта

Бортовое ГЛОНАСС/GPS оборудование предназначено для определения географических координат, местоположения, скорости, курса, а также состояния транспорта и/или стационарных объектов в online режиме.

В состав бортового оборудования объектов мониторинга транспорта входят (рисунок 6):

- программируемый логический контроллер (ПЛК);
- датчики уровня топлива;
- датчик открытия кузова;
- датчик температуры;
- комплект громкой связи (тревожная кнопка).

Рисунок 6. Бортовое оборудование мониторинга транспорта

Программируемый логический контроллер предназначен для регистрации цифровых данных, значений дискретных и аналоговых сигналов, а также для управления дискретными и цифровыми выходами и встроенным GSM/GPRS-модулем. ТПЛК обеспечивает прием GPS-сигналов, сбор измерений с установленных датчиков (уровень топлива) и передачу пакета измерений по установленным параметрам в базу данных системы. Для передачи данных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

используется GSM-модем и SIM-карта, встроенные в ПЛК. Передача осуществляется с использованием GPRS канала по сети Internet. Для передачи используется механизм программируемых макросов устройства и скриптов, хранящихся на Web-сервере.

Датчик уровня топлива (ДУТ) предназначен для постоянного контроля в online режиме уровня любых светлых нефтепродуктов (топлива) и других жидкостей в металлических и неметаллических емкостях, сравнения фактического и планового расхода жидкостей, заправок и сливов, а также последующей передачи информации на навигационно-связные устройства.

Проектирование промышленной сети для сопряжения верхнего и нижнего уровня АСМ КВО

В современных системах АСМ КВО, в результате постоянной модернизации производства, все чаще встречаются задачи построения распределенных промышленных сетей с использованием гибких протоколов передачи данных. Так между нижним и верхним уровнями АСМ КВО происходит постоянный обмен информацией о ходе технологического процесса, поэтому необходимо организовать её надежную передачу.

На сегодняшний день для сопряжения уровней АСМ используют промышленную сеть с распределенной структурой. Преимуществами применения такой системы является:

- надежность, в случае выхода из строя одного из узлов система продолжает функционировать;
- гибкость, что позволяет наращивать систему без существенного изменения действующей ее части;
- возможность расположения узлов (контроллеры и интеллектуальные устройства ввода-вывода) максимально близко к оконечным устройствам

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

(датчикам и исполнительным механизмам), за счет чего сокращается длина сигнальных кабелей.

Для организации взаимодействия между элементами АСМ в промышленных сетях передачи данных широко применяется коммуникационный протокол Modbus. Его преимуществом является возможность подключения большого количество устройств. Протокол Modbus для передачи данных между датчиком и исполнительным устройством (программируемый логический контроллер) чаще всего использует последовательный интерфейс RS-485, который позволяет осуществлять обмен информацией на расстоянии до 1200 м.

Вариант построения сети для сопряжения верхнего и нижнего уровня АСМ представлен на рисунке 7.

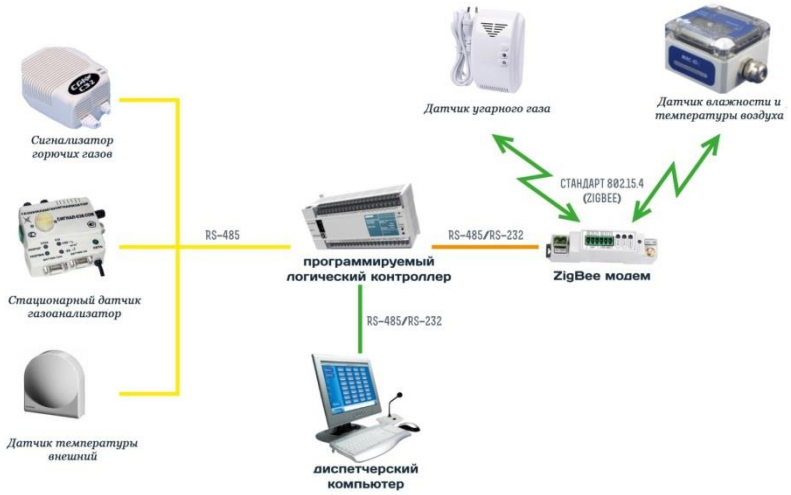


Рисунок 7. Вариант построения сети для сопряжения верхнего и нижнего уровней АСМ КВО

Промышленная сеть построена по клиент-серверной технологии. В качестве сервера используется диспетчерский компьютер, который соединен с

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

программируемым логическим контроллером через интерфейс RS-485. Часть датчиков подключены к ПЛК через проводные линии связи.

Применение беспроводной связи позволит контролировать состояние датчиков нижнего уровня АСМ или простых исполнительных устройств, размещенных на относительно небольших расстояниях и к которым затруднительно или нежелательно подводить кабельные линии. ZigBee модем также подключается к ПЛК через один из интерфейсов. Например, датчик угарного газа можно подключать по беспроводному интерфейсу.

Рассматриваемая сеть должна быть расширена системами:

- система пожаротушения;
- система вентиляции и дымоудаления;
- система оповещения о ЧС.

Выбор сенсоров, применяемых в АСМ КВО, зависит от степени автоматизации производственного объекта.

В статье рассмотрены принципы и требования, которые необходимо использовать при проектировании автоматизированной системы мониторинга критически важных объектов. Перечислены основные функции, которые должна выполнять АСМ КВО и ОГ.

Выявлено, что для эффективной работы системы в ее состав должны входить: подсистема сбора информации (ведения баз данных), подсистема взаимодействия с Росгидрометом и ведения данных по опасным природным явлениям, подсистема ГИС, подсистема поддержки принятия решений при ликвидации ЧС, подсистема взаимодействия с ИНС «Глонасс» и GPS.

Рассмотрен принцип сопряжения верхнего и нижнего уровня автоматизированной системы мониторинга КВО. Перечислены основные

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

протоколы, которые используются для построения промышленной сети, их достоинства и недостатки.

Предложен вариант организации промышленной сети для сопряжения верхнего и нижнего уровня АСМ.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» (с Изменением № 1, введенным в действие 01.01.2001 г.постановлением Госстандарта России от 31.05.2000 г. № 148 – ст).

2. Артемьев, А.Б. Разработка алгоритмов и моделей управления нагрузкой серверов в распределенных системах [Текст]: диссертация кандидата технических наук: 05.13.13: защищена 2005 /Артемьев Александр Борисович. -М., 2005. -120с.

3. Кирсанов, Э. А. Обработка информации в пространственно-распределенных системах радиомониторинга. Статистический и нейросетевой подходы / Э.А. Кирсанов, А.А. Сирота. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 344 с. с.

4. Соколов, А.В. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах / А.В. Соколов, В.Ф. Шаньгин. - М.: ДМК Пресс, 2002. - 656 с.

5. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен. — СПб.: Питер, 2003. — 877 с.

6. Родин А.В., Бурцев В.Л. Классификация распределенных систем

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 681.31

Щитов А.Н. Вариант организации сети широкополосного доступа для предоставления три-плей услуг

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье рассматривается организация связи в коттеджном поселке с возможностью предоставления три-плей услуг за счет внедрения современного телекоммуникационного оборудования и разработка системы учета, планирования и перераспределения ресурсов системы, что особенно актуально в моменты пиковой нагрузки.*

Ключевые слова: *протоколы управлению сетью, преобразование сетевых адресов, межкоммутаторная линия связи.*

Abstract. *The article deals with the organization of communication in a cottage settlement with the possibility of providing three-play services through the introduction of modern telecommunications equipment and the development of a system for accounting, planning and redistributing the resources of the system, which is especially important at times of peak load.*

Keywords: *protocols for network management, network address translation, interconnection line.*

На сегодняшний день широкополосный доступ, внедряемый большинством провайдеров, сам по себе не создает добавочной стоимости, но обеспечивает возможность внедрения новых услуг, для которых пропускной способности существующих систем передачи данных недостаточно, обеспечивает абоненту интеграцию всевозможных услуг (Интернет, специализированные данные, видео, голос и т. д.). по широкополосным IP-сетям. С ускоренным внедрением высокоскоростных сетей передачи данных в сегменте конечных пользователей появился способ доступа к пользователю напрямую.

В поисках лучших условий подключения к ресурсам глобальной сети пользователи нередко обращаются к различным Интернет-провайдерам. Абоненты отдают предпочтение тем службам, которые предоставляют максимально удобные тарифы, качественные услуги, современную простую реализацию способов подключения к сети, чем у других, и множество иных услуг.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Определяющим критерием выбора является в первую очередь качество предоставляемых услуг.

ШПД с предоставлением три-плей услуг позволяет оператору любого уровня, на любой территории в масштабах области, города, поселка предоставлять абонентам такие услуги, как многоканальное кабельное телевидение, высокоскоростной доступ к сети Интернет, организация каналов видеонаблюдения, организация сети передачи данных Ethernet, сбор учетной и телеметрической информации и управление приборами учета, другие услуги, которые могут потребоваться массовым абонентам.

Таким образом, жители поселка получат не только высокоскоростной доступ в Интернет, но и возможности использования IP-телефонии, IP-телевидения, видеонаблюдения, видео по запросу и т. д.

Следствием удобства абонентов сети является выгода провайдера т. к. новые услуги создают конкурентное преимущество, а вместе с ним - рост и развитие телекоммуникационных средств, охватываемой территории обслуживания. В условиях постоянно растущего числа потребителей и их нужд, важно иметь систему гибкой настройки и перераспределения ресурсов вычислительной сети между активными потребителями.

Интерфейсы систем управления должны быть открытыми. Отличительными чертами подобных интерфейсов являются: стандартизированные протоколы (например, IIOP, CMIP, SNMP, FTP, FTAM и др.), использование формальных языков для описания стандартизированных интерфейсов (например, CORBA IDL, JAVA, GDMO, ASN 1. и др.), стабильность, которая позволяет вносить только те изменения, которые будут обратно совместимы. Например, для посылки аварийных сообщений могут использоваться протоколы CMIP, SNMP или CORBA с использованием объектной модели, определенной в X.733; для организации услуг могут использоваться

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

интерфейсы CORBA; для пересылки данных о рабочих характеристиках может применяться протокол FTP.

Особенностью услуг, предоставляемых на мультисервисной сети, является их независимость от способа доступа, что предполагает появление сетей доступа как самостоятельного класса сетей связи. Такие сети должны обеспечивать доступ не только к ресурсам мультисервисной сети, но и к ресурсам существующих сетей связи. Такой подход позволит осуществить гибкую политику при переходе от одной сети связи к другой при предоставлении однотипных услуг. Системы управления мультисервисными сетями должны строиться по тем же основным принципам, что и сами сети, т. е. иметь модульную архитектуру с использованием открытых интерфейсов между модулями.

Важную роль должна играть организация взаимодействия различных операторов и поставщиков услуг в обеспечении предоставления услуг и их качества из конца в конец, а также возможность взаимодействия пользователей с системой управления. Расширение числа участников процесса предоставления услуг предполагает появление на рынке поставщиков услуг и поставщиков информации, которые, не обладая собственной инфраструктурой связи, активно участвуют в процессе их предоставления. При этом поставщики услуг предъявляют дополнительные требования к сетям связи, что также должно найти отражение в новой сетевой архитектуре. Для обеспечения равных условий деятельности и соблюдения интересов всех участников бизнес-процессов в новых условиях необходимо осуществить и закрепить в нормативных документах функции и границы ответственности между всеми хозяйствующими субъектами, участвующими в предоставлении услуг.

Создание мультисервисных сетей требует формирования согласованной технической политики, связанной с наличием большого числа

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

конкурирующих и не до конца разработанных стандартов.

Существует множество технологий доступа в Интернет для конечных абонентов. В России особенно популярны две: PPTP и PPPoE. В обоих случаях создается PPP-туннель, производится аутентификация, и внутри туннеля ходит абонентский IP-трафик. Основное отличие этих протоколов -они работают на разных уровнях сетевой модели OSI. PPPoE работает на втором (канальном) уровне, добавляя специальные теги, идентифицирующие конкретный туннель, в Ethernet-фреймы. PPTP работает на третьем (сетевом) уровне, упаковывая IP-пакеты в GRE принципиально отличается от PPTP и PPPoE. Вообще этой технологии не существует. Нет RFC, нет никаких стандартов ее описывающих. Сам термин придуман, скорее всего, в России и является абстрактным. Означает он следующее: IP over Ethernet. Смысл именно такой, как и расшифровка - IP-трафик поверх Ethernet, грубо говоря, обычная локальная сеть. Абоненту выдается в лучшем случае статический или динамический белый IP-адрес, в худшем случае серый IP с NAT. Контроль доступа в данном случае может осуществляется при помощи привязок IP-MAC на коммутаторах доступа или на BRAS, или выделения VLAN на каждого абонента (так называемый Client-VLAN).

Собственно IPoE это более простой способ предоставления доступа к сети. Пользователю собственно ничего дополнительного настраивать для получения доступа к Интернету не нужно. Достаточно поставить получение настроек автоматом, используя протокол DHCP, и тогда сеть абонента вместе с Интернет, будут работать, причем, не требуя прописывания дополнительных маршрутов для локальных ресурсов.

При использовании технологии Client-VLAN возникает проблема экономии IP-адресов. Так как каждому клиенту надо выделять /30 подсеть. Решение данной задачи можно выполнить следующим образом:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ip route add unreachable 192.0.2.0/24addr add 192.0.2.1/32 dev loadd eth0 101link set eth0.101 uproute add 192.0.2.101/32 dev eth0.101 src 192.0.2.1

Подсеть 192.0.2.0/24 рекомендована IANA для использования в примерах.

Это классический Cisco ip unnumbered в Linux реализации. IP шлюза (192.0.2.1) вешается на loopback-интерфейс, делается unreachable для всей подсети, чтобы пакеты доставлялись только на хосты, для которых прописана маршрутизация. Далее настраивается VLAN и прописывается маршрутизация на конкретный хост (маска /32) с src шлюза. А можно сделать немного иначе (это лишний раз демонстрирует гибкость Linux):

Еще одна проблема заключается в отсутствии связи между абонентами в разных VLAN и с IP из одной подсети. Это связано с тем, что система абонента видит, что IP-адрес назначения в одной подсети с ней, и шлет ARP-запросы, чтобы определить MAC, но из этого ничего не выходит, т. к. они в разных VLAN. Для решения этой проблемы служит технология proxy_arp. Суть ее в том, что маршрутизатор при получении ARP-запросов с интерфейса будет проверять, есть ли у него запрашиваемый IP на других интерфейсах. Если есть, то в ответ на ARP-запрос выдаст свой MAC. Таким образом, пакеты будут отправляться на маршрутизатор, который позаботится об их доставке. При использовании IPoE DHCP упростит настройку сети на стороне абонента до нуля. Достаточно подключить абонента к его коммутатору, и он уже в сети. Только есть небольшая проблема в определении DHCP-сервером на какой IP-адрес направлять информацию. Можно определять по MAC, особенно если вы уже используете привязки IP-MAC. Но привязки MAC чреваты частыми звонками в поддержку,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

т.к. абоненты иногда меняют оборудование. Справиться с этой проблемой поможет расширение протокола DHCP - Option 82.

Протокол динамического конфигурирования DHCP очень удобен - настройка стека TCP/IP клиентских машин не требует никакого внимания со стороны администратора, всё происходит само собой. С другой стороны, в общем случае адреса назначаются случайным образом, и заранее неизвестно какой хост получит какой адрес. Если нужно сохранить удобство использования DHCP, но при этом сделать так, чтобы адреса были чётко закреплены за каждым компьютером, используется так называемая привязка к MAC-адресу: DHCP-сервер имеет таблицу соответствия MAC-адресов IP-адресам, и назначает IP-адреса в соответствии с этой таблицей. Минус этого решения - необходимость отслеживания MAC-адресов и сопровождения таблицы соответствия.

В некоторых случаях может помочь компромиссное решение - поставить IP-адреса в соответствие не MAC-адресам, а портам коммутатора, к которым подключен клиентский компьютер. Другой вариант - выдавать IP-адреса в зависимости от того, с какого DHCP-ретранслятора пришел запрос. В этом случае выдаются адреса из одной подсети, но с привязкой конкретных диапазонов адресов к различным коммутаторам, работающим как DHCP-ретрансляторы. Это может помочь облегчить администрирование сети в том смысле, что по IP-адресу клиентского компьютера, будет понятно к какому коммутатору он подключен. Решить эти задачи позволяет опция 82 протокола DHCP.

Во взаимодействии по протоколу DHCP принимают участие две или три стороны: клиент – тот, кто хочет получить параметры настройки TCP/IP; сервер – тот, кто выдаёт эти параметры; ретранслятор (relay agent) – вспомогательный участник, который может играть роль посредника между клиентом и сервером. Он используется в тех случаях, когда у клиента нет возможности обратиться к

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

серверу напрямую, в частности, в том случае, если они находятся в разных широковещательных доменах. DHCP-ретранслятор обрабатывает стандартный широковещательный DHCP-запрос и перенаправляет его на DHCP-сервер в виде целенаправленного (unicast) пакета, а полученный от DHCP-сервера ответ, в свою очередь, перенаправляет DHCP-клиенту.

Достоинствами IPoE являются: простота настройки подключения, отсутствие разрывов сессии, уменьшение нагрузки на пользовательские сетевые устройства, увеличение поддерживаемой скорости работы маршрутизаторов, расширение списка сетевого оборудования.

Расчет характеристик шлюза доступа

При построении распределенного абонентского концентратора могут использоваться шлюзы доступа (Access Gateway, AGW), выполняющие как функции концентраторов, так и средств доступа к пакетной транспортной сети. К шлюзам доступа (AGW) подключают терминалы пользователей ТфОП и терминалы с базовым доступом ISDN. К шлюзам доступа (AGW) подключаются учрежденческие АТС (PBX) и существующее оборудование абонентских выносов. Терминалы SIP, MGCP, H.323 (IP-телефоны) новых пользователей могут подключаться к локальным цифровым сетям (LAN).

Нагрузка, создаваемая пользователями AGW определяется по формуле 1:

$$Y_{AGW_i} = 0{,}8 \cdot \left(\sum_{j=1}^{J} N_{j_v5} + \sum_{k=1}^{K} N_{k_PBX} \right) + 0{,}1 \cdot \left(N_{PSTN} + N_{SHM} \right) + 0{,}2 \cdot N_{ISDN}, Эрл \quad (1)$$

Расчет нагрузки учитывает значения удельной нагрузки, создаваемой пользователями в ЧНН. В формулах используются следующие обозначения:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Y_{AGW_i} – нагрузка, создаваемая пользователями i-го AGW, Эрл;

0,8 – удельная нагрузка, поступающая от пользователей сетей доступа и PBX, Эрл,

0,1 – удельная нагрузка, поступающая от пользователей PSTN, SHM, Эрл,

0,2 – удельная нагрузка, поступающая от пользователей ISDN, Эрл,

NPSTN – количество терминалов PSTN, подключаемых с помощью аналоговых абонентских линий;

NISDN – количество терминалов ISDN, подключаемых с использованием базового доступа (BRA);

NSHM – количество терминалов SIP/H.323/MGCP, подключаемых к LAN;

NV5 – количество сетей доступа, подключаемых к шлюзу доступа по интерфейсу V5.2;

Nj v5 – количество пользовательских каналов в j-том интерфейсе V5.2;

NPBX – количество сетей ограниченного пользования (PBX), подключаемых к шлюзу доступа;

Nk PBX – количество пользовательских каналов в интерфейсе “PBXk - шлюз доступа”.

Доля внутренней нагрузки Ki_внутр пользователей, подключенных к одному шлюзу, которая замыкается через один коммутатор транспортной сети, определяется по формуле 2:

$$K_{i_внутр} = \frac{Y_{AGW_i}}{\sum_{i=1}^{3} Y_{AGW_i}}, \qquad (2)$$

Тогда, согласно формуле 2:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$K_{1_внутр} = \frac{Y_{AGW_1}}{Y_{AGW_1} + Y_{AGW2} + Y_{AGW3}} = \frac{907,2}{907,2 + 937,92 + 1195,2} = \frac{907,2}{3040,32} = 0,298;$$

$$K_{2_внутр} = \frac{Y_{AGW_2}}{Y_{AGW_1} + Y_{AGW2} + Y_{AGW3}} = \frac{937,92}{3040,32} = 0,308;$$

$$K_{3_внутр} = \frac{Y_{AGW_3}}{Y_{AGW_1} + Y_{AGW2} + Y_{AGW3}} = \frac{1195,2}{3040,32} = 0,393.$$

В таблице 1 приведена нагрузка, создаваемая пользователями пакетной сети и распределение ее между объектами сети.

Таблица 1

Нагрузка, создаваемая пользователями пакетной сети

Номер шлюза доступа	Исходящая нагрузка, Эрл	Внутренняя нагрузка абонентов, подключенных к одному шлюзу, Эрл	Нагрузка AGW1↔ AGW2, AGW1↔ AGW3, AGW2↔ AGW3	Исходящая нагрузка к ССОП1, Эрл	Исходящая нагрузка к ССОП2, Эрл	Исходящая нагрузка к ССОП3, Эрл
AGW1	907,2	0,298·907,2 =270,35	636,85·0,4 ≈ 255	636,85·0,2 ≈ 127	636,85·0,2 ≈ 127	636,85·0,2 ≈ 127
AGW2	937,92	0,308·937,92=288,88	649,04·0,4 ≈ 260	649,04·0,2 ≈ 130	649,04·0,2 ≈ 130	649,04·0,2 ≈ 130
AGW3	1195,2	0,393·1195,2=469,71	725,49·0,4 ≈ 290	725,49·0,2 ≈ 145	725,49·0,2 ≈ 145	725,49·0,2 ≈ 145

При расчете транспортного ресурса для передачи пользовательской информации шлюзами AGW1,AGW2 и AGW3 учтем долю нагрузки, которая будет обслуживаться без компрессии (x=10%) по формуле 3:

$$V_{AGW_i_USER} = k_{изб} \cdot Y_{GW}\left((1-x)\cdot V_{COD_m} + x \cdot V_{G.711}\right), \quad (3)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

где $V_{AGW_i_USER}$ — транспортный ресурс для передачи пользовательской информации шлюзами, Мбит/с;

$k_{изб}$ — коэффициент избыточности транспортного ресурса, который принимается равным 1,25;

x — доля информационных потоков, обслуживаемая шлюзом доступа без компрессии;

V_{COD_m} —ресурс, требуемый для работы кодека G.726, кбит/с;

$V_{G.711}$—ресурс, требуемый для передачи информации с выхода кодека G.711, кбит/с.

Тогда согласно формуле 3:

$$V_{AGW_1_USER} = k_{изб} \cdot Y_{GW1}\left((1-x)\cdot V_{COD_m} + x \cdot V_{G.711}\right) = 1{,}25 \cdot 636{,}85 \cdot \left((1-0{,}1)\cdot 32{,}0 + 0{,}1 \cdot 64\right)\cdot 10^3 =$$
$$= 1{,}25 \cdot 636{,}85 \cdot 35{,}2 \cdot 10^3 = 28{,}02\ [Мбит/с];$$
$$V_{AGW_2_USER} = k_{изб} \cdot Y_{GW2}\left((1-x)\cdot V_{COD_m} + x \cdot V_{G.711}\right) = 1{,}25 \cdot 649{,}04 \cdot \left((1-0{,}1)\cdot 32{,}0 + 0{,}1 \cdot 64\right)\cdot 10^3 =$$
$$= 1{,}25 \cdot 649{,}04 \cdot 35{,}2 \cdot 10^3 = 28{,}56\ [Мбит/с];$$
$$V_{AGW_3_USER} = k_{изб} \cdot Y_{GW3}\left((1-x)\cdot V_{COD_m} + x \cdot V_{G.711}\right) = 1{,}25 \cdot 725{,}49 \cdot \left((1-0{,}1)\cdot 32{,}0 + 0{,}1 \cdot 64\right)\cdot 10^3 =$$
$$= 1{,}25 \cdot 725{,}49 \cdot 35{,}2 \cdot 10^3 = 31{,}9\ [Мбит/с].$$

Общий транспортный ресурс шлюза AGW для передачи пользовательской и сигнальной информации рассчитаем:

$$V_{AGW} = V_{AGW_1_USER} + V^{SIGN}_{PSTN} + V^{SIGN}_{ISDN} + V^{SIGN}_{V.5} + V^{SIGN}_{PBX} + V^{SIGN}_{MGCP}, \qquad (4)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$V^{SIGN}{}_{PSTN_i} = \frac{\left(L_{MEGACO} \cdot N_{MEGACO} \cdot N_{PSTN} \cdot P^{SIGN}{}_{PSTN}\right)/3600}{90} \; [бит/с], \quad (5)$$

$$V^{SIGN}{}_{ISDN_i} = \frac{\left(L_{IUA} \cdot N_{IUA} \cdot N_{ISDN} \cdot P^{SIGN}{}_{ISDN}\right)/3600}{90} \; [бит/с], \quad (6)$$

$$V^{SIGN}{}_{V5_i} = \frac{\left(L_{V5UA} \cdot N_{V5UA} \cdot N_{V5} \cdot N_{k_V5} \cdot P^{SIGN}{}_{V5}\right)/3600}{90} \; [бит/с], \quad (7)$$

$$V^{SIGN}{}_{PBX_i} = \frac{\left(L_{IUA} \cdot N_{IUA} \cdot N_{PBX} \cdot N_{k_PBX} \cdot P^{SIGN}{}_{PBX}\right)/3600}{90} \; [бит/с], \quad (8)$$

$$V_{MGCP} = \frac{\left(L_{IUA} \cdot P_{ISDN} \cdot N_{PBX} \cdot N_{k_PBX} \cdot P^{SIGN}{}_{PBX}\right)/3600}{90} \; [бит/с], \quad (9)$$

где LMEGACO – средняя длина сообщений в байтах протокола MEGACO, используемого при передаче сигнальной информации по абонентским линиям локальных сетей с терминалами, использующими протокол MEGACO;

NMEGACO, NMGCP, NSIP, H.323 – среднее количество сообщений протокола MEGACO, MGCP, SIP, H.323 при обслуживании вызова, соответственно;

PPSTN, PISDN, PPBX, PSH – интенсивность вызовов пользователей PSTN, ISDN, PBX, SIP, H.323 соответственно;

NPSTN, NV5, NISDN, NPBX, NSH – количество абонентов, подключаемых по аналоговым абонентским линиям, по интерфейсу V5.2, количество PBX, подключаемых к шлюзу доступа и количество терминалов SIP и H.323, соответственно;

LV5UA – средняя длина сообщения протокола V5UA (V5.2 User Adaptation Layer – протокол адаптации сигнализации пользователя сети доступа, подключаемой по интерфейсу V5.2);

NV5UA – среднее количество сообщений протокола V5UA при обслуживании вызова;

PV5 – интенсивность вызовов, поступающих от терминалов,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

использующих протокол V5UA;

NV5 – количество сетей доступа, подключаемых к шлюзу доступа по интерфейсу V5.2;

LIUA – средняя длина сообщений протокола IUA (ISDN Q.921 User Adaptation – протокол адаптации сигнализации пользователя ISDN);

NIUA – среднее количество сообщений протокола IUA при обслуживании вызова;

1/450 – результат приведения размерностей «байт в час» к размерностям «бит в секунду» (8/3600 = 1/450).

$$V^{SIGN}_{PSTN_1} = \frac{(400 \cdot 10 \cdot 4800 \cdot 5)/3600}{90} = 296{,}3 \ [бит/с];$$

$$V^{SIGN}_{ISDN_1} = \frac{(400 \cdot 10 \cdot 96 \cdot 10)/3600}{90} = 11{,}85 \ [бит/с];$$

$$V^{SIGN}_{V5_1} = \frac{(400 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 150)/3600}{90} = 64{,}81 \ [бит/с];$$

$$V^{SIGN}_{PBX_1} = \frac{(400 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 60)/3600}{90} = 25{,}93 \ [бит/с];$$

$$V_{MGCP_1} = \frac{((5 \cdot 4800 + 10 \cdot 96 + 1 \cdot 35 \cdot 150 + 1 \cdot 35 \cdot 60) \cdot 400 \cdot 10)/3600}{90} = 398{,}89 \ [бит/с].$$

$$V_{AGW_1} = 28{,}02 \cdot 10^6 + (296{,}3 + 11{,}85 + 64{,}81 + 25{,}93 + 398{,}89) = 28020000 + 795{,}78 \approx$$
$$\approx 28{,}02 \ [Мбит/с]$$

Аналогично, рассчитывается транспортный ресурс необходимый для передачи сигнальной информации для AGW2:

$$V^{SIGN}_{PSTN_2} = \frac{(400 \cdot 10 \cdot 4800 \cdot 5)/3600}{90} = 296{,}3 \ [бит/с],$$

$$V^{SIGN}_{ISDN_2} = \frac{(400 \cdot 10 \cdot 96 \cdot 10)/3600}{90} = 11{,}85 \ [бит/с],$$

$$V^{SIGN}_{V5_2} = \frac{(400 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 150)/3600}{90} = 64{,}81 \ [бит/с],$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$V^{SIGN}_{PBX_2} = \frac{(400 \cdot 2 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 60)/3600}{90} = 51{,}85 \ [бит/с],$$

$$V_{MGCP_2} = \frac{((5 \cdot 4800 + 10 \cdot 96 + 1 \cdot 35 \cdot 150 + 2 \cdot 35 \cdot 60) \cdot 400 \cdot 10)/3600}{90} = 424{,}81 \ [бит/с],$$

$$V_{AGW_2} = 28{,}56 \cdot 10^6 + (296{,}3 + 11{,}85 + 64{,}81 + 51{,}85 + 424{,}81) = 28560000 + 849{,}62 =$$
$$= 28{,}6 \approx 29 \ [Мбит/с].$$

Аналогично, рассчитываем транспортный ресурс для AGW3:

$$V^{SIGN}_{PSTN_3} = \frac{(400 \cdot 10 \cdot 4800 \cdot 5)/3600}{90} = 296{,}3 \ [бит/с],$$

$$V^{SIGN}_{ISDN_3} = \frac{(400 \cdot 10 \cdot 96 \cdot 10)/3600}{90} = 11{,}85 \ [бит/с],$$

$$V^{SIGN}_{V5_3} = \frac{(400 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 150)/3600}{90} = 64{,}81 \ [бит/с],$$

$$V^{SIGN}_{PBX_3} = \frac{(400 \cdot 2 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 60)/3600}{90} = 51{,}85 \ [бит/с],$$

$$V_{MGCP_3} = \frac{((5 \cdot 4800 + 10 \cdot 96 + 1 \cdot 35 \cdot 150 + 2 \cdot 35 \cdot 60) \cdot 400 \cdot 10)/3600}{90} = 424{,}81 \ [бит/с],$$

$$V_{AGW_3} = 31{,}9 \cdot 10^6 + (296{,}3 + 11{,}85 + 64{,}81 + 51{,}85 + 424{,}81) = 31900000 + 849{,}62 \approx$$
$$\approx 32 \ [Мбит/с].$$

Общий транспортный ресурс для взаимодействия AGW1, AGW2:

$$V_{AGW_1-AGW_2} = k_{изб} \cdot Y_{AGW_1-AGW_2} ((1-x) \cdot V_{COD_m} + x \cdot V_{G.711}) = 1{,}25 \cdot 255 \cdot (0{,}9 \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64) \cdot 10^3 =$$
$$= 11220 \cdot 10^3 \approx 11{,}2 \ [Мбит/с],$$

$$V_{AGW_1-AGW_3} = 1{,}25 \cdot 290 \cdot (0{,}9 \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64) \cdot 10^3 = 12760 \cdot 10^3 \approx 12{,}8 \ [Мбит/с],$$

$$V_{AGW_2-AGW_3} = 1{,}25 \cdot 260 \cdot (0{,}9 \cdot 32 + 0{,}1 \cdot 64) \cdot 10^3 = 11440 \cdot 10^3 \approx 11{,}4 \ [Мбит/с].$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Расчет характеристик транспортных шлюзов

Нагрузка от AGW1, AGW2, AGW3 на TGW1, TGW2, TGW3 для организации связи с ССОП, равна (см. таблицу 5):

$$Y_{TGW_1} = 127 + 130 + 145 = 402 \ [Эрл];$$
$$Y_{TGW_2} = 127 + 130 + 145 = 402 \ [Эрл];$$
$$Y_{TGW_3} = 127 + 130 + 145 = 402 \ [Эрл].$$

Зная нагрузку TGW, найдем количество требуемых трактов типа E1 (V=2,048 Мбит/с) для подключения существующей ССОП к транспортной сети по формуле:

$$N_{i_E1} = Y_{i_TGW} \big/ (30 \cdot y_{DS0}) \tag{10}$$

$$N_{1_E1} = N_{2_E1} = N_{3_E1} \ 402 \big/ 30 \cdot 0{,}8 = 10{,}72 \approx 11 \ E1,$$

$$V^{USER}{}_{TGW1} = V^{USER}{}_{TGW2} = V^{USER}{}_{TGW3} = Y_{TGW} \cdot V_{G.726} = 402 \cdot 32{,}0 = 12{,}9 \cdot 10^6 \approx 13 \ [Мбит/с].$$

Примем условие равенства исходящей (от транспортной сети к существующей ССОП) и входящей (от существующей ССОП к транспортной пакетной сети) нагрузки (Таблица 6). При этом условии объем транспортного ресурса пакетной сети для TGW рассчитаем по формуле:

$$V_{TGW_i} = \sum_{i=1}^{3} \left(V^{USER}{}_{TGW} + V_{MGCP} \right) \tag{11}$$

Таким образом, объем транспортного ресурса пакетной сети для TGW равняется:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$V_{TGW} = 3\left(13 + \frac{398,89}{1024^2}\right) \approx 39,001 \approx 40\ [Мбит/с].$$

Таблица 2

Нагрузка взаимодействующих объектов проектируемой сети

Объект	Нагрузка, Эрл
AGW1 ↔ AGW1	270.35
AGW1 ↔ AGW2	127
AGW1 ↔ AGW3	127
AGW2 ↔ AGW1	130
AGW2 ↔ AGW2	288.88
AGW2 ↔ AGW3	130
AGW3 ↔ AGW1	145
AGW3 ↔ AGW2	145
AGW3 ↔ AGW3	469.71
AGW1 ↔ TGW1	127
AGW1 ↔ TGW2	127
AGW1 ↔ TGW3	127
AGW2 ↔ TGW1	130
AGW2 ↔ TGW2	130
AGW2 ↔ TGW3	130
AGW3 ↔ TGW1	145
AGW3 ↔ TGW2	145
AGW3 ↔ TGW3	145

Расчет производительности коммутаторов

Скорость в интерфейсе «Softswitch – SW 3» для обслуживания пользователей AGW рассчитаем по формуле, в которой учтены значения интенсивностей вызовов, количества и средней длины сигнальных сообщений в процессе обслуживания вызова (см. таблицу 7):

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$V_{SX} = 5[(2 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 5)/3600 \cdot N_{PSTN} + (N_{V5} + N_{PBX}) \cdot 2 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 35/3600 + (2 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 10/3600) \cdot N_{ISDN} + (400 \cdot 10 \cdot 5/3600) \cdot N_{SH}] =$$
$$5(11{,}11 \cdot 14400 + 77{,}77(450 + 300) + 22{,}22 \cdot 288 + 5{,}56 \cdot 9600) =$$
$$= 5(159984 + 58327{,}5 + 6399{,}36 + 53376) = 5 \cdot 278086{,}86 \approx 1{,}4 \ [Мбит/с]$$

,

где I – количество шлюзов доступа, обслуживаемых Softswitch,

K – количество интерфейсов типа V5,

N – количество PBX

Nk_V5, Nn_PBX – количество каналов DS0 в интерфейсе V5.2, PRI

При расчете производительности Softswitch используем формулу (12):

$$P^{AGW}{}_{SX} = P_{PSTN} \cdot \left(\sum_{i=1}^{I} N_{i_PSTN} + \sum_{i=1}^{I} N_{i_SHM} \right) + P_{ISDN} \cdot \sum_{i=1}^{I} N_{i_ISDN} + P_{V5} \cdot \left(\sum_{i=1}^{I} \sum_{k=1}^{K} N_{k_V5} + \sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} N_{n_PBX} \right) = 5 \cdot (14400 + 9600) + 10 \cdot 288 + 35 \cdot (450 + 300) = 120000 + 2880 + 26250 = 149130 \ [выз/ЧНН] \quad (12)$$

При расчете производительности Softswitch, который обслуживает TGW, используем формулу (13):

$$P^{TGW}{}_{SX} = 30 \cdot P_{DS0} \sum_{k=1}^{K} N_{k_E1} \ [выз/ЧНН], \quad (13)$$

$$P^{TGW}{}_{SX} = 30 \cdot 35 \cdot 3 \cdot 11 = 183780 \ [выз/ЧНН].$$

Требуемая минимальная производительность Softswitch для обслуживания всех шлюзов проектируемой сети:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$P_{SX} = P^{AGW}_{SX} + P^{TGW}_{SX} = 149130 + 183780 = 332910 \ [выз/ЧНН].$$

В таблицу 3 сведем результаты расчета производительности Softswitch.

Таблица 3

Результаты расчета производительности Softswitch

Объект сети	Производительность Softswitch PSX, выз/чнн
PAGWSX	149130
PTGW SX	183780
PSX = PAGWSX + PTGW SX	332910

Минимальную суммарную производительность коммутаторов транспортной сети для обслуживания всех потоков от AGW и TGW находим по формуле (14):

$$P_{SW} = \left[\sum_{m=1}^{M}\left(1 - M_{m_GW}\right)\cdot V_{GW} + V_{SX}\right] \Big/ L_{IP}, \ [пак/с], \qquad (14)$$

Принимая условие отсутствия собственного коммутатора в используемых шлюзах (Mm_GW = 0), находим требуемую производительность (PSW) коммутаторов транспортной сети для обслуживания всех шлюзов при длине пакета LIP= 2400 бит:

$$P_{SW} = \left[\sum_{m=1}^{M} V_{GW} + V_{SX}\right] \Big/ L_{IP} = \left(V_{AGW} + V_{TGW} + V_{SX}\right)/L_{IP} = \left(28 + 29 + 32 + 40 + 40 + 40 + 1{,}4\right)$$
$$10^6 / 2400 = 87667 \ [пак/с]$$

Результаты расчета транспортного ресурса, требуемого для

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обслуживания объектов проектируемой сети сведены в таблицу 4.

Таблица 4

Производительность коммутаторов транспортной сети, требуемая для обслуживания объектов проектируемой сети

Объект сети	Необходимый ресурс, Мбит/с
AGW1	28
AGW2	29
AGW3	30
TGW1	40
TGW2	40
TGW3	40
SW	209

Определим маршруты передачи потоков информации в транспортной сети. В таблице 5 приведены требования резервирования транспортной пакетной сети для передачи потоков информации между ее коммутаторами.

В таблице 6 приведены результаты распределения транспортных ресурсов, необходимых для взаимодействия шлюзов, подключенных к транспортной сети, за исключением объектов, взаимодействующих через один коммутатор.

$$V_{GW_USER} = k_{изб} \cdot Y_{GW} \cdot V_{COD_m}, \quad (15)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$V_{AGW_1 \leftrightarrow AGW_2} = 1{,}25 \cdot 127 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5080 \cdot 10^3 = 5{,}08\ [Мбит/с];$$

$$V_{TGW_1 \leftrightarrow AGW_2} = 1{,}25 \cdot 130 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}2\ [Мбит/с];$$

$$V_{AGW_1 \leftrightarrow TGW_2} = 1{,}25 \cdot 127 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}08\ [Мбит/с];$$

$$V_{AGW_1 \leftrightarrow AGW_3} = 1{,}25 \cdot 127 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}08\ [Мбит/с];$$

$$V_{TGW_1 \leftrightarrow AGW_3} = 1{,}25 \cdot 145 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}8\ [Мбит/с];$$

$$V_{AGW_1 \leftrightarrow TGW_3} = 1{,}25 \cdot 127 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}08\ [Мбит/с];$$

$$V_{TGW_2 \leftrightarrow AGW_3} = 1{,}25 \cdot 130 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}2\ [Мбит/с];$$

$$V_{TGW_2 \leftrightarrow AGW_3} = 1{,}25 \cdot 145 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}8\ [Мбит/с];$$

$$V_{AGW_2 \leftrightarrow TGW_3} = 1{,}25 \cdot 130 \cdot 32 \cdot 10^3 = 5{,}2\ [Мбит/с].$$

Таблица 5

Требования резервирования транспортной пакетной сети для передачи потоков информации между ее коммутаторами

Участок сети	Функционирование без отказов интерфейсов между коммутаторами	Функционирование при нарушении интерфейсов транспортной сети
SW1↔SW2	AGW1↔ SW1↔SW2↔AGW2 TGW1 ↔ SW1↔SW2↔AGW2 AGW1↔ SW1↔SW2↔TGW2	Нарушение SW1– SW2 AGW1↔SW1↔SW3↔SW2↔AGW2 TGW1↔ SW1↔SW3↔SW2↔AGW2 AGW1↔ SW1↔SW3↔SW2↔TGW2
SW1↔SW3	AGW1↔ SW1↔SW3↔AGW3 TGW1 ↔ SW1↔SW3↔AGW3 AGW1↔ SW1↔SW2↔TGW3	Нарушение SW1– SW3 AGW1↔SW1↔SW2↔SW3↔AGW3 TGW1↔ SW1↔SW2↔SW3↔AGW3 AGW1↔ SW1↔SW2↔SW3↔TGW3
SW2↔SW3	AGW2↔ SW2↔SW3↔AGW3 TGW2 ↔ SW2↔SW3↔AGW3 AGW2↔ SW2↔SW3↔TGW3	Нарушение SW2– SW3 AGW2↔SW2↔SW1↔SW3↔AGW3 TGW2↔ -SW2↔SW1↔SW3↔AGW3 AGW2↔ SW2↔SW1↔SW3↔TGW3

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 6

Распределение транспортных ресурсов для взаимодействия шлюзов

Направление информационного обмена	Необходимый ресурс при функционировании без отказов, Мбит/с
AGW1 ↔ AGW2	5,08
TGW1 ↔ AGW2	5,2
AGW1 ↔ TGW2	5,08
AGW1 ↔ AGW3	5,08
TGW1 ↔ AGW3	5,8
AGW1 ↔ TGW3	5,08
AGW2 ↔ AGW3	5,2
TGW2 ↔ AGW3	5,8
AGW2 ↔ TGW3	5,2

Используя данные таблицы 6, найдем необходимые транспортные ресурсы для пересылки информации между коммутаторами транспортной сети и сведем их в таблицу 7.

Таблица 7

Ресурсы для пересылки информации между коммутаторами транспортной сети

Участок сети	Необходимый ресурс при функционировании без отказов, Мбит/с	Необходимый ресурс при функционировании с отказами, Мбит/с
SW1 – SW2	5,08+5,08+5,2=15,36	47,52
SW1 – SW3	5,08+5,08+5,8=15,96	47,52
SW2 – SW3	5,2+5,2+5,8=16,2	47,52

Расчет объема транспортных ресурсов на участках сети для трех случаев отказов интерфейсов (SW1 – SW2, SW1 – SW3 и SW2 – SW3) выполним с помощью выражений (16-18):

$$15{,}36+5{,}08+5{,}8+5{,}08+5{,}2+5{,}8+5{,}2=47{,}52 \text{ Мбит/с} \quad (16)$$

$$SW1 \varnothing SW3 \downarrow SW1\text{-}SW2;\ VSW1\text{-}SW2=47{,}52 \text{ Мбит/с} \quad (17)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

SW2∅SW3↓ SW2-SW1; VSW2-SW1=47,52 Мбит/с (18)

Распределение транспортных потоков при функционировании без отказов показано на рисунке 1.

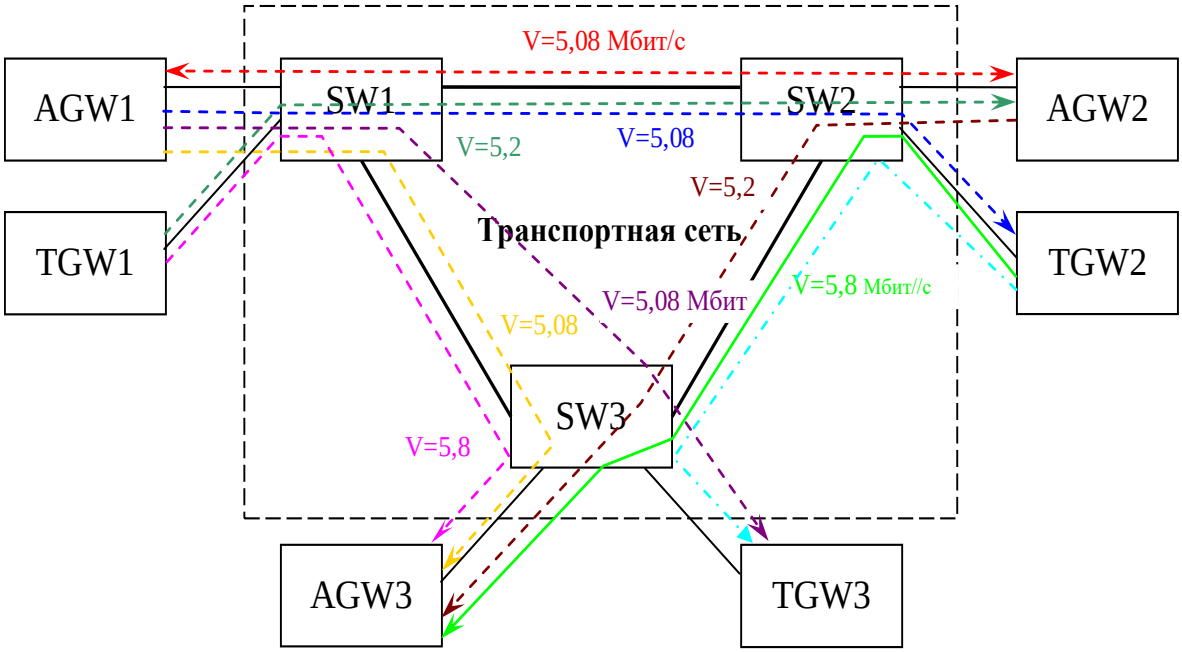


Рисунок 1. Распределение транспортных потоков проектируемой сети при функционировании без отказов

В таблице 8 приведены значения скоростей информационных потоков и производительность коммутаторов транспортной сети.

$$P_{SW_1} = \frac{V_{SW_1}}{L_{IP-пакетов}} = \frac{47,52}{2400} = 19800 \ [IP - пакетов/с];$$

$$P_{SW_2} = \frac{V_{SW_2}}{L_{IP-пакетов}} = \frac{47,52}{2400} = 19800 \ [IP - пакетов/с];$$

$$P_{SW_3} = \frac{V_{SW_3}}{L_{IP-пакетов}} = \frac{47,52}{2400} = 19800 \ [IP - пакетов/с].$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 8

Производительность коммутаторов транспортной сети

Номер коммутатора	Скорость информационного потока, Мбит/с	Производительность, IP-пакетов/с
SW1	47,52	19800
SW2	47,52	19800
SW3	47,52	19800

Выбор типа интерфейса для взаимодействия коммутаторов

Если расстояние между коммутаторами транспортной сети не превышает 40 км и отсутствует первичная цифровая сеть с технологией SDH, то может быть использована технология 10 GbE.

Полученные данные показывают, что требуемые скорости интерфейсов SW1- SW2, SW1- SW3, SW2- SW3 близки к 50 Мбит/с.

Учитывая то обстоятельство, что расстояние между коммутаторами транспортной сети может составлять десятки километров (что исключает использование интерфейсов типа Fast Ethernet), а также интенсивное развитие сетей, использующих принципы NGN, выбираем тип интерфейса 10 GbE (10 Gigabit Ethernet). Чтобы обеспечить дуплексный режим и высокую живучесть сети, необходимо использовать четыре оптических кабеля (два для реализации дуплексного режима и два для резервирования по схеме 1:1).

На рисунке 2 приведена схема зоны проектирования с обозначениями всех объектов и интерфейсов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

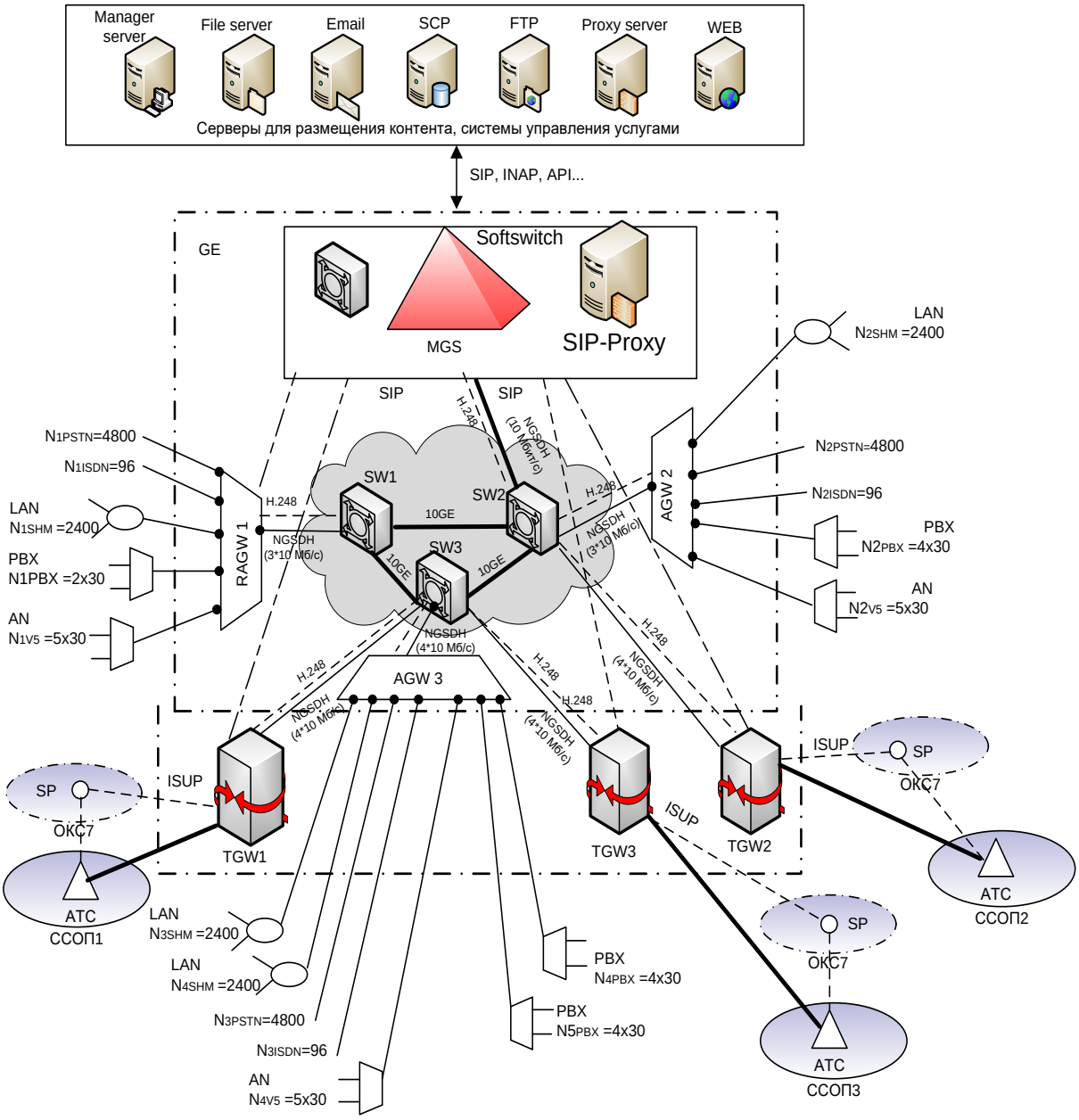


Рисунок 2. Схема зоны проектирования с обозначениями всех объектов и интерфейсов

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Варианты программного обеспечения

Клиент биллинговой системы BGBilling (рисунок 3) представляет собой графическую оболочку для работы с сервером BGBilling. Посредством клиента выполняется:

— ведение новых договоров;

— мониторинг и обслуживание старых договоров;

— внесение абонентских плат;

— выдача временных лимитов по абонентским платам;

— написание java-скриптов для автоматизации работы биллинговой системы;

— создание конфигурационных файлов для работы различных модулей биллинговой системы.

Рисунок 3. Внешний вид клиента BGBilling

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Mikrotik RouterOS сетевая операционная система на базе Linux. Данная система может быть установлена на ПК, превращая его в маршрутизатор, предоставляющий такие функции, как правила брандмауэра, VPN сервер и клиент, формирование качественной пропускной способности, беспроводную точку доступа и другие часто используемые функции маршрутизации и подключения сетей.

Обычно Mikrotik RouterOS (рисунок 4) используется для управления каналами, предоставленными юридическим лицам, реализованными в виде vlan. Управление представляет собой:

— определение ширины канала, выделенной абоненту;

— закрепление за отдельными абонентами статических IP-адресов;

— терминирование активных сессий;

— управление пулом адресов, выделяемых юридическим лицам.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

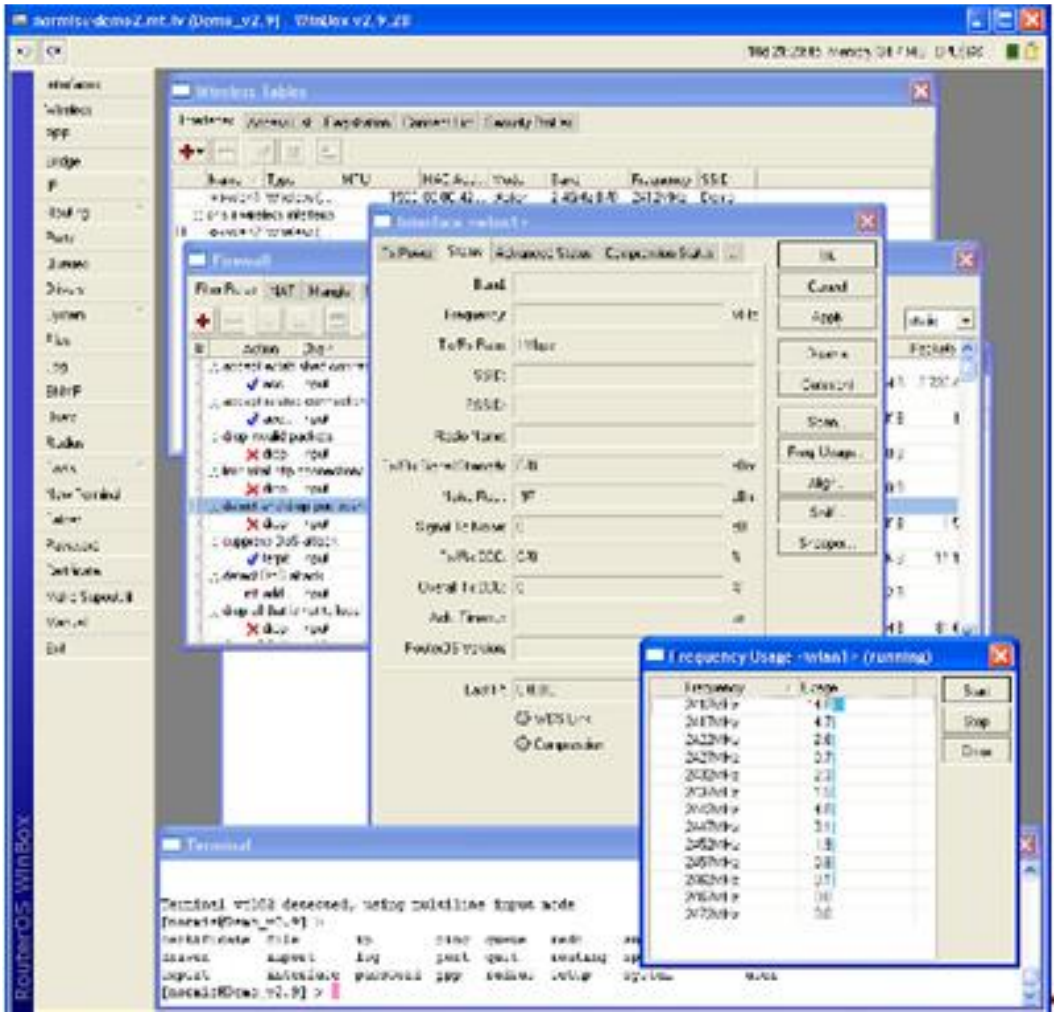


Рисунок 4. Внешний вид интерфейса Mikrotik RouterOS

Таким образом, разработанные функции являются необходимым и достаточным набором для интеграции к ней системы учета, планирования и управления ресурсами вычислительной сети.

Библиографический список

1. Манн С. Linux. Администрирование сетей TCP/IP [Текст] / С. Манн, М. Крел – М.: Бином-Пресс, 2011 – 656 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

2. Олифер В. Г. Основы Сетей передачи данных. Курс лекций [Текст] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2013 – 248

3. Смит Р. Сетевые средства Linux [Текст] / Р. Смит – М.: Вильямс, 2003 – 672 с.

4. Щитов А.Н. Вариант построения мультисервисной сети для организации доступа к инфокоммуникационным услугам связи // А. Н. Щитов, Д. С. Коптев / Сборник научных трудов по материалам XI Международного междисциплинарного форума молодых ученых «Наука, техника и инновации: гипотезы, проблемы, результаты». – 2017. – С. 256 – 290.

5. Коптев Д.С. Анализ основных характеристик технологии беспроводного доступа LTE //Д. С. Коптев, А. Н. Шевцов / Сборник научных трудов по материалам XI Международного междисциплинарного форума молодых ученых «Наука, техника и инновации: гипотезы, проблемы, результаты». – 2017. – С. 74 – 110.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 681.03

Щитов А.Н. Вариант построения системы диспетчерского контроля и диспетчерской централизации для участка железной дороги

The variant of constructing a dispatch control system and dispatching centralization for a railway section

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье рассматривается варианта построения системы диспетчерского контроля и диспетчерской централизации для участка железной дороги.*
Ключевые слова: *диспетчерский контроль, диспетчерская централизация.*
Abstract. *In the article, we consider in the work of the second part of the paper, which deals with the problem of the search for transparency and the elimination of the distortion of the problem ka zhel e n e d o r or and.*
Keywords: *dispatching control, dispatching centralization.*

Традиционно системы ДЦ выполнялись как телемеханические устройств а, не выполняющие практически никаких логических функции, а лишь связыва ющие пульт и табло диспетчера с устройствами ЭЦ на станциях. Кажущаяся про стота реализации системы ДЦ, отсутствие каких либо повышенных требований по безопасному функционированию аппаратуры, отсутствие единого подхода к процессу диспетчерского управления, общих для всех дорог норм, привели к с озданию ряда систем ДЦ не отвечающих современным техническим требова ниям; не совместимых как между собой, так и с той информационной средой, к оторая сложилась на железнодорожном транспорте (это относится, например, к системе ДЦ «Минск»).

Современная система ДЦ должна обладать высокой информативностью, защищенностью сообщений, живучестью. При этом должен быть введен прото кол обмена информацией между устройствами ЦП и ЛП, стандартизированный, по крайней мере, в рамках отрасли. Представление информации должно быть

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

основано требованиями к высокой достоверности, безопасности ее с точки з рения движения поездов и других технологических процессов, своевременнос ти поступления сообщений. Эти требования могут быть реализованы путем обо снованного выбора методов модуляции и кодирования информации, скорости ее передачи по существующим каналам связи, способов обработки, а также о рганизации самих каналов связи.

Устройства ЛП современной системы ДЦ должны быть построены на осн ове специализированных (по показателям надежности и безопасности) прогр аммируемых микропроцессорных контроллеров универсального применения, выполняющих все логические, а в ряде случаев и математические функции, не только традиционно выполняемых устройствами ДЦ, но и устройствами ЭЦ. Так ой подход дает возможность решения ряда оперативных задач на месте их воз никновения, использования более эффективных алгоритмов управления, умень шения загрузки каналов связи. Для этого устройства ЛП должны иметь достато чное количество управляющих выходов и входов контроля состояния дискрет ных сигналов, возможность измерения аналоговых сигналов, а также достаточн ый объем памяти и высокое быстродействие.

Анализ устройств ЦП показывает, что многие разработчики, идя по пути применения современных персональных ПЭВМ, как правило, используют язы ки высокого уровня, например MS-DOS, стандартные графические средства П ЭВМ, а функции системы отделяют от функций передачи и обработки операти вной информации, и ее отображения. При этом систему реализуют в стандартн ой оболочке, со стандартной организацией базы данных, мало пригодной для р еализации в режиме работы в реальном масштабе времени.

Такой подход не позволяет полностью использовать возможности совре менных ПЭВМ, затрудняет разработку не только программного обеспечения, н

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

о и последующее его использование, а в ряде случаев делает вообще не возмо жным или не эффективным решение многих оперативных задач.

Устройства ЦП современной системы ДЦ, основанные на профессиона льных ПЭВМ, должны иметь мощные специализированные программные сре дства, объединяющие в единую структуру как функции обработки и формирова ния сигналов телемеханики, ввода и вывода информации, так и экспертной сис темы, работающей в реальном масштабе времени с базой данных, получаемо й по каналам телемеханики. При этом программное обеспечение должно быть независимым от конфигурации и размеров управляемого участка и организац ии движения на нем, легко адаптироваться к конкретным условиям применени я и отличаться только назначением АРМ для диспетчерского персонала соответ ствующей службы.

Устройства каналов связи систем ДЦ должны быть составной частью апп аратуры АРМ, но в тоже время эти устройства должны допускать использование каналов передачи информации существующих на участке систем ДЦ, что дает в озможность поэтапного внедрения новых систем ДЦ с последующим оборудо ванием участка новыми устройствами ЛП.

АРМ диспетчерского персонала должны быть информационно связанны с системами более высокого уровня.

Представленные подходы были положены в основу разработки и внедр ения системы ДЦ «Диалог».

Аналитический обзор современных систем ДЦ

В настоящее время на сети железных дорог России внедряются новые с истемы диспетчерской централизации, такие как: ДЦ «Диалог», ДЦ « ЮГ », ДЦ «Т ракт », ДЦ « Сетунь », ДЦ « Диалог - Ц », ДЦ - МПК.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Одной из основных тенденций развития отечественных и зарубежных с истем ДЦ является создание отделенческих, региональных и дорожных автомат изированных центров диспетчерского управления (ЕДЦУ), которые, в общем с лучае, включают в себя:

- автоматизированные рабочие места (АРМ) поездного диспетчера (АРМ ДНЦ);

- АРМы энергодиспетчера (АРМ ЭЧЦ), дежурного инженера (АРМ ШНД), руководителя (АРМ ДНЦО), графиста, анализатора, диспетчера связи (АРМ Ш ЧД) и т.д.;

- регистраторы информации;

- табло коллективного пользования и индивидуальные средства контроля (мониторы);

- физические и высокочастотные каналы связи с ЛП;

- локальные сети.

Работа всех АРМов должна регулироваться единым протоколом сети, а, следовательно, базироваться на выбранной системе ДЦ.

Для выбора системы ДЦ необходимо рассмотреть состояние и тенденц ии развития систем ДЦ на зарубежных и отечественных железных дорогах.

Компания Union Pacific (США) ввела в эксплуатацию в Портленде автом атизированный центр управления движением поездов CAD на базе ЭВМ. Главн ая задача, стоящая перед разработчиками проекта, состояла в освобождении поездных диспетчеров от выполнения рутинных операций. Система CAD выпол няет операции, связанные с разрешением занятия пути, обеспечивая при этом высокий уровень безопасности; обеспечивает автоматическое задание маршр утов в соответствии с плановым графиком; выдает диспетчеру рекомендации п о оптимальной скорости движения поездов в зоне ограничения скорости для о существления безостановочного скрещения и обгона и ряд других функций. В р

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

езультате ввода в эксплуатацию нового диспетчерского центра число диспетчер ов сокращено на 44%.

В настоящее время применяются автономные децентрализованные и ц ентрализованные системы, что позволяет учесть особенности различных желез нодорожных линий.

Фирмой SEL(ФРГ) разработана система диспетчерской централизации S AFE L90. Основными особенностями этой системы является модульный принц ип построения и децентрализация функций управления.

Система SAFE L90 оснащена микропроцессорами; требования безопас ности выполняются в ней не диспетчером, а техническими средствами. Преду смотрено унифицированное устройство сопряжения, позволяющее подключит ь к аппаратуре телеуправляемого поста централизации, помимо системы SAFE L90, системы автоматического управления установкой маршрутов и непреры вной автоматической локомотивной сигнализации. Система SAFE L90 разделе на на компоненты с защитой от опасных отказов и без нее, что позволяет упрос тить проверку безопасности функционирования и создать максимально комфо ртные условия для обслуживающего персонала.

Типовые системы ДЦ, применяемые на отечественных железных дорог ах, такие как: ДЦ "ЛУЧ" и ДЦ "Нева" по сравнению с зарубежными системами обладают рядом существенных недостатков: ограниченный объем передавае мой информации по каналам ТУ и ТС; низкая скорость передачи информации - до 20 Бод; использование устаревшей элементной базы, что не позволяет нар ащивать функции, реализуемые системой.

В настоящее время ведутся интенсивные работы по созданию и внедрен ию систем ДЦ на базе микропроцессорной техники. К наиболее конкурентно с пособным системам можно отнести ДЦ "Сетунь", ДЦ "Такт", а также ДЦ “Диало г”. Эти системы, за счет расширения функций, таких как автоматизация слеже

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ния, за номерами поездов, автоматизация ведения исполненного графика и т.п., приближаются к аналогичным зарубежным системам управления движени ем поездов. Одной из главных задач современных систем ДЦ является разрабо тка систем, отслеживающих в реальном масштабе времени координаты движу щихся поездов.

Перспективным направлением в развитии систем передачи и обработки информации для слежения за продвижением поездов является применение и скусственных спутников Земли. Основными элементами новой системы слеже ния являются считывающие устройства, устанавливаемые на спутниках, и акт ивные бортовые датчики, устанавливаемые на крышах локомотивов. Эти датчи ки с помощью широкополосных антенн улавливают сигналы, поступающие одн овременно с четырех спутников. В кодовых комбинациях, излучаемых каждым из спутников, содержится информация о координатах местонахождения спутн ика, что дает возможность бортовому датчику определить собственное местона хождение в относительных координатах. Информационное описание железно дорожной сети, хранящееся в памяти бортового датчика, дает возможность м икропроцессору датчика рассчитать положение локомотива с высокой точност ью. Далее эта информация с локомотива передается в систему автоматизиров анного управления движением поездов.

Результаты испытаний показали, что точность идентификации местополо жения локомотива составляет в абсолютном выражении (+1,5м).

В отечественных системах ДЦ использование спутниковой связи являетс я реальной перспективой, так как ОАО «РЖД» ведутся активные работы по орг анизации глобальной сети на территории России и стран СНГ с целью организ ации движения поездов

Анализ эксплуатируемых зарубежных и отечественных систем управлени я движением поездов позволяет выделить отдельные характеристики систем:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- для большинства систем характерно использование многопроцессорных и многомашинных комплексов. Находят применение централизованные системы, представляющие собой отдаленные терминалы, соединенные с центральной ЭВМ.

Одно из возможных направлений состоит в том, чтобы использовать централизованную систему, созданную на базе центральной ЭВМ, а также в совокупности интеллектуальных терминалов, образующих с центральной ЭВМ вычислительную сеть. На основе анализа существующих и вновь разрабатываемых систем управления движением поездов можно проследить тенденции развития аналогичных систем:

- создание региональных центров управления движением поездов;
- развитие экспертных систем, которые в критических ситуациях выдают диспетчеру рекомендации;
- создание распределенных систем с децентрализованными функциями управления по формуле - "интеллектуальный центр" - "интеллектуальные терминалы" - "интеллектуальные поезда";
- использование спутниковой и волоконно-оптической систем связи;
- расширение функций систем ДЦ и превращение их в информационно-управляющие системы.

Основные функции системы «Диалог»

Система "Диалог" рассчитана на использование любых устройств автоматики на станциях и перегонах. Длина управляемого и контролируемого участка железной дороги может достигать 200 ... 300 км и более в зависимости от интенсивности движения поездов. Количество управляемых и контролируемых системой "Диалог" объектов на ЛП практически не ограничено.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Система ДЦ «Диалог» выполняет следующие функции:

- непрерывный контроль поездной ситуации на участке в автоматическо м режиме с учетом номеров, индексов поездов, их ходовых качеств и других д анных в реальном масштабе времени;

- автоматическое управление движением поездов на участке при отсутст вии отклонений от заданного графика (задание маршрутов на станциях, управ ление стрелками, светофорами, объектами энергоснабжения и др.);

- прогнозирование возможного отклонения от заданного графика движе ния поездов и выдача рекомендаций диспетчеру (в режиме "советчика") о нео бходимых мерах по предотвращению этого отклонения от заданного графика с выходом на регулярный график;

- отображение прогнозируемого или регулярного графика движения пое здов на задаваемый период времени;

- отображение и документирование исполненного графика движения п оездов, действий диспетчера по управлению движением поездов и информаци и, вырабатываемой в автоматическом режиме;

- контроль и отображение (при необходимости и регистрация) состояния путевых объектов, энергообъектов и подвижных единиц в объеме, обеспечивае мом средствами автоматики на участке;

- управление скоростью движения поездов на участке в зависимости от поездной ситуации, наличия постоянных и временных локальных ограничений скорости, установленного маршрута следования на станции (при наличии путев ых и локомотивных устройств локомотивной сигнализации современного типа);

- передача ответственных команд на ЛП;

- возможность работы в автоматическом, полуавтоматическом (система вырабатывает "совет" диспетчеру о каждой операции, решение принимает д испетчер) и в ручном режиме, в последнем случае все действия по формирова

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

нию команд выполняет диспетчер, система только выполняет приказы и осуще ствляет отбор информации, ее обработку, отображение и регистрацию;

- увязка с системами диспетчерского контроля (АПК ДК, АСДК)

- обмен необходимой информацией с устройствами системы "Диалог" с оседних участков и с информационно-управляющими системами верхнего уро вня (АСОУП), а также с другими информационными системами транспорта.

Кроме этого, система "Диалог" выполняет функции, не связанные непос редственно с процессом движения поездов:

- сбор и предварительная обработка диагностической информации о тех ническом состоянии средств системы, каналов передачи информации, устройс тв автоматики на перегонах и станциях. Эта информация выдается на автомат изированное рабочее место дежурного электромеханика поста ДЦ, а также деж урного инженера (диспетчера) дистанции сигнализации и связи, на резервные пульты ЛП, на автоматизированное рабочее место поездного диспетчера (с раз личной степенью детализации);

- перевод устройств ЛП в режим автодействия (по команде с ЦП или при отказе канала связи), на режимы резервного управления, на управление ман евровой работой с местного пульта (маневровой колонки);

- сбор и предварительная обработка информации от путевых устройств к онтроля состояния подвижного состава (ПОНАБ, ДИСК, КТСМ и др.);

- сбор и обработка информации о состоянии устройств контактной сети и энергоснабжения, отображение этой информации на автоматизированном р абочем месте энергодиспетчера, управление с него устройствами энергосети н а участке;

- обработка информации о передвижениях локомотивов и пригородных поездов на участке, рефрижераторного и другого специализированного подви жного состава с выдачей этой информации на специальное автоматизирован

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ное рабочее место локомотивного (вагонного) диспетчера и в АСОУП, а также о рганизация автоматизированного рабочего места грузового диспетчера;

- выдача необходимой информации старшему диспетчеру (диспетчеру п о отделению) о поездной ситуации в регионе и о выполнении графика движени я поездов, отображение этой информации на автоматизированном рабочем м есте старшего диспетчера;

- выдача номеров пассажирских поездов и времени их прибытия (отпра вления) в информационные системы обслуживания пассажиров;

- выдача необходимой информации инженеру-анализатору о выполнени и графика движения поездов, отображение этой информации на специальном автоматизированном рабочем месте и документирование результатов работы в виде установленных документов;

- автоматизированный ввод необходимой информации об изменениях в графике движения поездов от специального автоматизированного рабочего м еста инженера – графиста и документирование результатов работы в виде уст ановленных документов.

Система является открытой, при необходимости перечень ее функций и автоматизированных рабочих мест диспетчерского или оперативного персона ла может быть расширен без значительных затрат на технические средства.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Сравнительная характеристика эксплуатационных показателей отечественных систем ДЦ

В настоящее время разработаны и применяются современные микро процессорные системы ДЦ: «Сетунь» (разработка ВНИИАС), «Диалог» (РГОТУ ПС), «Тракт» («ТехТранс») и система ДЦ «Юг».

Все эти системы решают задачи централизации управления в единых д орожных и региональных центрах, повышения уровня автоматизации перевоз очного процесса; обладают элементами самодиагностики; позволяют отслежи вать логику действий обслуживающего персонала и контролировать работу тех нических средств ЖАТ, а также состояние пути, подвижного состава, устройств электроснабжения.

В таблице 1. приведены основные характеристики существующих и дей ствующих отечественных микропроцессорных систем ДЦ.

Таблица 1

Сравнительные характеристики и показатели систем ДЦ

№ п./п.	Наименование показателей и Характеристик	Сетунь	Тракт	Диалог	Юг
1	2	3	4	5	6
1	Полнота возможностей по раз витию системы	+	+	+	+
2	Телесигнализация	+	+	+	+
3	Телеуправление	+	+	+	+
4	Представление ГДП	+	+	+	+
5	Ведение ГИД	+	+	+	+
6	Ведение архива	+	+	+	+
7	Количество контролируемых о бъектов	1024	14912	12288	по необх.
8	Количество управляемых объек тов	4096	14912	12100	по необх.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

№ п./п.	Наименование показателей и Характеристик	Сетунь	Тракт	Диалог	Юг
9	Количество контролируемых а налоговых сигналов	нет	нет	156	по необх.
10	АРМ ДНЦ	+	+	+	+
11	АРМ ШНД	+	+	+	+
12	АРМ ШЧД	+	+	+	+
13	АРМ энергодиспетчера	+	+	+	+
14	АРМ ДНЦО	+	+	+	+
15	АРМ инженера - графиста	+	+	+	+
16	АРМ инженера - анализатора	+	+	+	+
17	АРМ руководителя	+	+	+	+
18	Сопряжение с каналами сущес твующих ДЦ	+	+	+	+
19	Взаимодействие с АСУ	+	+	+	+
20	Безопасные модули вывода	нет	+	+	нет
21	АРМ ШНД на ЛП	+	+	+	+
22	Удаленный АРМ ШНД	нет	+	+	нет
23	Мобильный комплекс проверки ЛП	+	+	+	+
24	Комплекс проверки КТС систе мы	нет	+	+	+
25	Устойчивость к климатическим воздействиям °С.	+10..+40	+10..+40	+10..+40	+1..+40
26	Вывод ГДП на плоттер, принтер	+	+	+	+
27	Контроль параметров каналов с вязи	+	+	+	+
28	Наличие АРМ ДСП на ЛП	+	+	+	+
29	Работа с архивами	+	+	+	+
30	Эксплуатация на нескольких о бъектах	+	+	+	нет данных
31	Горячее резервирование ЦП	+	+	+	+
32	Безударное переключение Резерва	+	+	+	+
33	Возможность изменения кратн ости резерва	нет	+	+	нет данных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

№ п./п.	Наименование показателей и Характеристик	Сетунь	Тракт	Диалог	Юг
34	Возможность резервирования АРМ в АЦДУ	нет	нет	+	нет
35	Встроенное диагностировани е	+	+	+	+
36	Наработка на отказ, часов	43000	50000	50000	150000

Отдельно стоит отметить, что в системе «Нева», действующей в настоящ ее время на участке используется синхронная передача данных телеуправлени я с использованием частотной манипуляции. Для передачи чётных импульсов и спользуются частоты fЧ0 = 500 Гц и fЧ1 = 600 Гц, для передачи нечётных имп ульсов – fН0 = 700 Гц и fН1 = 800 Гц. Частоты fЧ1 и fН1 предают логическую единицу, fЧ0 и fН0 – логический нуль. Сигнал телеуправления начинается с и мпульса синхронизации, передаваемого частотой fЧ1, и содержит 18 бит дан ных. Длительность синхроимпульса – 144 мс, длительность бита данных – 48 м с.

Код станции занимает 6 бит, код группы объектов – 4 бита, код объекта – 8 бит. Принятая система кодирования позволяет управлять двадцатью станц иями с семью группами по восемь объектов, имея всего 1120 управляемых о бъектов.

Передача данных телесигнализации – асинхронная, с использованием ч астотной манипуляции. Используются четыре канала с частотами 1025 и 1225 Гц, 1625 и 1825 Гц, 2225 и 2425 Гц, 2825 и 3025 Гц. Первая частота в каждом из каналов передаёт логическую единицу, вторая – логический нуль. Сигнал тел есигнализации состоит из стартового бита, двадцати бит данных и стопового б ита. Один сигнал несёт информацию о группе из двадцати объектов, в каждом из каналов циклично передаётся информация о двадцати трёх группах объекто

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

в, всего контролируется 1840 объектов. Во время двадцать четвёртого цикла д анные телесигнализации не передаются, а принимается сигнал цикловой синхр онизации по каналу телеуправления.

Длительность передачи одного бита данных – 8 мс, полный цикл передач и (с паузами между группами) занимает 5376 мс.

В системе «Луч» сигналы телеуправления передаются при помощи относ ительной фазовой манипуляции. При отсутствии передачи сигналов телеуправ ления в линию постоянно передаётся ток частотой 500 Гц. Начальная фаза это го тока обозначается А, сдвинутая на 120° в сторону отставания – В, сдвинутая на 120° в сторону опережения – С. При передаче данных каждые 16 мс измен яется фаза сигнала, при передаче логической единицы – в сторону отставания (А→В, В→С, С→А), при передаче логического нуля – в сторону опережения (А→С, С→В, В→А).

Сигнал телеуправления состоит из стартового бита, передаваемого логич еским нулём, и тридцати бит данных. Отсутствие изменения фазы в течение 34 мс воспринимается как окончание передачи.

Код станции занимает 12 бит, код группы объектов – 6 бит, код команды в группе – 8 бит, ещё 4 бита занимает код признака команды. Принятая систе ма кодирования позволяет управлять тридцатью двумя станциями с двадцатью группами объектов и десятью командами на группу. Код признака команды п овышает защищённость передаваемых команд и содержит шесть признаков: ч ётный и нечётный поездной маршрут, чётный и нечётный маневровый маршр ут, одиночная команда, ответственная команда.

Сигналы телесигнализации в системе «Луч» используются так же, как и в систе ме «Нева».

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

На основе анализа технико-эксплуатационных характеристик представл енных систем ДЦ можно сделать вывод, что для заданного участка управления наиболее подходит система «Диалог».

Требования, предъявляемые к сети диспетчерского контроля АПК ДК

Система АПК-ДК построена по иерархическому принципу и включает в себя три уровня:

- нижний уровень, отвечающий за съём данных с объектов контроля систем железнодорожной автоматики и телемеханики;
- средний уровень, отвечающий за передачу собранной информации;
- верхний уровень, предназначенный для предоставления полученной информации о состоянии объектов контроля обслуживающему персоналу дистанций СЦБ в удобном виде, а также администрирования оборудования верхнего, среднего и нижнего уровней системы АПК-ДК.

Концентраторы центрального (ЦП) и линейных пунктов (ЛП) среднего уровня АПК-ДК на базе ЭВМ в промышленном корпусе, предусматривающем установку в телекоммуникационную стойку, работают под управлением операционной системы реального времени QNX. Организация связи между концентраторами осуществляется по сетям QNX (встроенный сетевой протокол FLEET) и TCP/IP. Связь между концентратом центрального поста и автоматизированным рабочим местом (АРМ) верхнего уровня организована по сетевому протоколу TCP/IP.

Информация, собранная концентратором ЛП от контроллеров нижнего уровня, передается на центральный пункт непосредственно или транслируется через аналогичные линейные пункты. В качестве канала связи может быть

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

использована физическая линия, выделенный ВЧ канал с двухпроводным окончанием или цифровой канал. Соединения концентраторов выполняются по схеме «точка-точка» и/или «звезда».

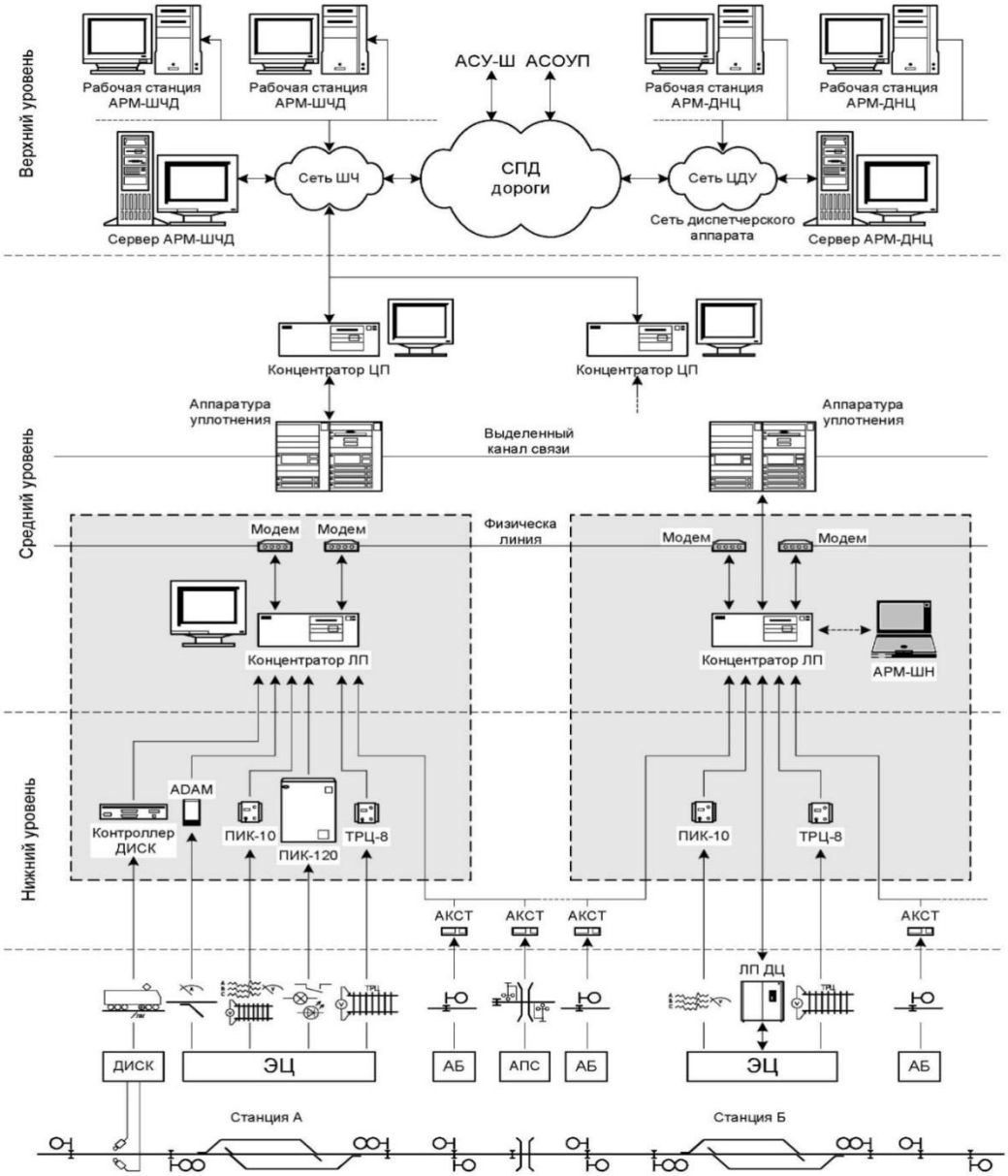


Рисунок 1. Уровни системы АПК ДК

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Вид канала связи и вид соединения определяется расстоянием между концентраторами (протяжённостью линии связи), объёмом передаваемой информации, наличием и видом аппаратуры связи, установленной в пределах участка, оборудуемого системой АПК-ДК.

Если концентраторы установлены в непосредственной близости друг от друга, то связь между ними организуется с использованием нуль-модемного кабеля по интерфейсам RS-232 на скорости до 57600 бит/с (до 10 м), RS-422 на скорости до 115200 бит/с (до 200 м) или сетевых карт по интерфейсу Ethernet 10Base-T / 100Base-TX (до 100 м) на скорости 10 или 100 Мбит/с. При длине линии связи до 5 км и объёме передаваемой информации до 9600 бит/с связь также может быть организована по двум физическим парам, при этом в концентратор устанавливается плата PCL-741 (рисунок 2) или аналогичная, в режиме интерфейса «токовая петля».

Рисунок 2. Плата PCL-741

При длине линии связи до 9 км и объёме передаваемой информации до 9600 бит/с связь можно организовать по одной физической паре с использованием модемов. В качестве модема используется внешний модем U.S. Robotics Courier 56K (рисунок 3), запрограммированный для работы в режиме выделенной линии.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 3. Модем U.S. Robotics Courier 56K

Для подключения модемов используются порты RS-232 материнской платы, плат PCL-741/856B или аналогичных. Длина линии связи может быть увеличена до 11 км на основании испытаний канала (на практике, бывает, модемы работают до 22 км при скорости устойчивого соединения 9600 бит/с). Максимальная (т. е. достигнутая в реальных условиях) скорость по медному магистральному кабелю составляет 19200 бит/с, при длине линии связи около 12 км. Срок службы модема 10 лет.

Физические цепи симметричных кабелей связи, используемые для работы модемов в полосе частот канала тональной частоты (ТЧ), должны удовлетворять следующим требованиям:

а) электрическое сопротивление изоляции не менее:

- для кабелей типа ТП 5000 МОм/км;
- для кабелей типа ТЗ, МК 10000 МОм/км.

б) омическая асимметрия двух жил, образующих физическую цепь не более:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$\frac{0,23}{d^2}\sqrt{l}\text{, Ом} \qquad (1)$$

где l - протяжённость кабельной цепи, км;

d - диаметр жилы, мм.

в) затухание кабельной цепи на частоте 1020 Гц должно быть не более 30 дБ;

г) невзвешенное напряжение шума в полосе частот 300-3400 Гц на выходе цепи, нагруженной на сопротивление 600 Ом, не более 1,5 мВ.

Выделенный высокочастотный канал (ВЧ) используется с двухпроводным окончанием. Подключение концентраторов к каналу связи осуществляется через модем по физической двухпроводной линии.

При организации связи аппаратурой уплотнения типа К24-Т необходимо применять режекторные фильтры, позволяющие преобразовать групповой канал в соединение «точка-точка» с ретрансляцией информации по станциям. Фильтр режекторный 60-72 кГц (ФР 60-72 кГц) ИФПМ.468825.002 предназначен для задерживания полосы частот 10, 11,12 каналов ТЧ 60-72 кГц в спектре частот первичной группы. Фильтр включается в тракт прямого прохождения комплекта линейного оборудования между блоками БФ и ЛУ в оба направления передачи.

Технические характеристики фильтра:

- входное сопротивление фильтра 150 Ом;
- коэффициент отражения не превышает 10 %;
- рабочее затухание фильтра в полосе задерживания не менее величин, указанных в таблице 2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 2

Рабочее затухание фильтра

Полоса пропускания (кГц)	60.6 – 71.4	71.4-71.7
Величина затухания (дБ)	+60	+45

Рабочее затухание фильтра в полосах пропускания (12,3-59,4) кГц и (72,9-112) кГц не более 6,5 дБ. Неравномерность рабочего затухания фильтра в полосах пропускания не превышает 0,5 дБ.

Выделенный ВЧ канал используется при длине линии связи более 9 км. Подключение концентраторов к каналу связи осуществляется через модем по двухпроводной схеме (при четырёхпроводном канале дополнительно устанавливается двухпроводное дифференциальное окончание). Если объём передаваемой информации превышает пропускную способность выделенного ВЧ канала, то для увеличения пропускной способности канала связи может быть организовано несколько параллельных модемных каналов. Максимальная (реально достигнутая) скорость соединения по ВЧ каналу (аппаратура К-12+12 и К-60Т) составляет 33600 бит/с.

Для передачи данных между аппаратурой АПК-ДК линейных пунктов и центральным постом могут использоваться основные цифровые каналы (ОЦК). Для подключения к каналам ОЦК 64 кбит/с и 2 Мбит/с необходимо использовать маршрутизаторы типа Zelax MM-201R-UNI-AC9 (рисунок 4) с модулями MIME-2xG.703 или MIME-2xE05-R. Так же допустимо использование мультисервисных коммутаторов и маршрутизаторов Zelax Speedway серии MM-2xx и MM-22x с соответствующими модулями.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

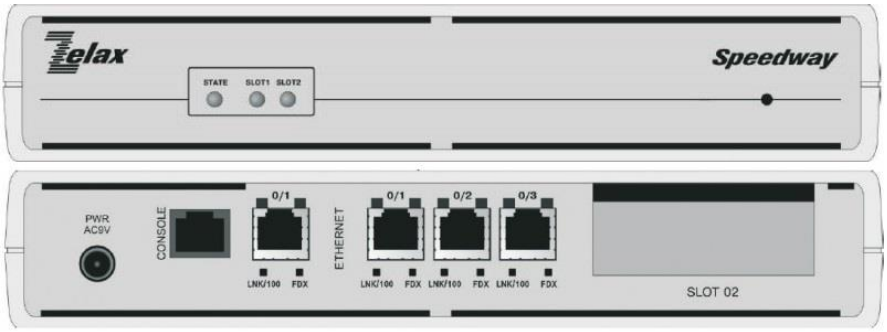


Рисунок 4. Маршрутизатор Zelax MM-201R-UNI-AC9

Выбор каналообразующей аппаратуры

Для реализации проекта необходимо сделать анализ систем передачи, представленными в предыдущих разделах и сделать выбор в пользу одной из них.

Несмотря на широкий функционал УПАТС «МиниКом DX-500.ЖТ» организация связи через эту УПАТС оказывается затруднительной. С технической точки зрения сложность организации заключается в том, что в качестве аппаратуры передачи по ВОЛС используются ТЛС-31. Данные мультиплексоры установлены на каждой станции участка и включены в ВОЛС последовательно через плату ЛТ-328, которая объединяет третичный цифровой поток, сервисные каналы, сигналы служебной связи и телеконтроля. Для УПАТС «МиниКом DX-500.ЖТ» аппаратурой ТЛС-31, через плату АМ-35, выделяются 2 потока Е1 из 4 возможных, остальные 2 потока используются маршрутизаторами Cisco. Сама УПАТС не может работать в качестве мультиплексора, так как не имеет соответствующих модулей. Учитывая, что для сетей диспетчерского контроля потребуется 2 потока, а не 1 или несколько каналов, то становится очевидно, что организовать связь через эту УПАТС нельзя. Однако если установить в ТЛС-31 дополнительный комплект плат АМ-33 и выделить несколько потоков в

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УПАТС, то организация связи становится возможной, но при такой схеме появляется дополнительный промежуточный узел, что не может положительно сказаться на надежности сети.

В результате анализа можно сделать вывод, что использование УПАТС нецелесообразно, потому как не позволит сэкономить средства и увеличить надежность сети. Более целесообразным является использование мультиплексоров ТЛС-31 с комплектом АМ-33. На всем участке присутствует острый дефицит в дополнительных потоках Е1, так как все существующие задействованы. После установки комплекта АМ-33 оставшиеся потоки Е1 могут использоваться для организации других видов связи смежными службами.

Организация связи систем

Для модернизации исследуемых сетей необходимо переключить их с физической линии связи на ВОЛС. В качестве системы передачи целесообразно использовать мультиплексоры ТЛС-31.

В настоящий момент в мультиплексоры установлен комплект АМ-35, который предназначен для ввода/вывода из потока Е3 до четырёх потоков Е1. Структурная схема ТЛС-31 с установленным комплектом АМ-35 изображена на рисунке 5.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

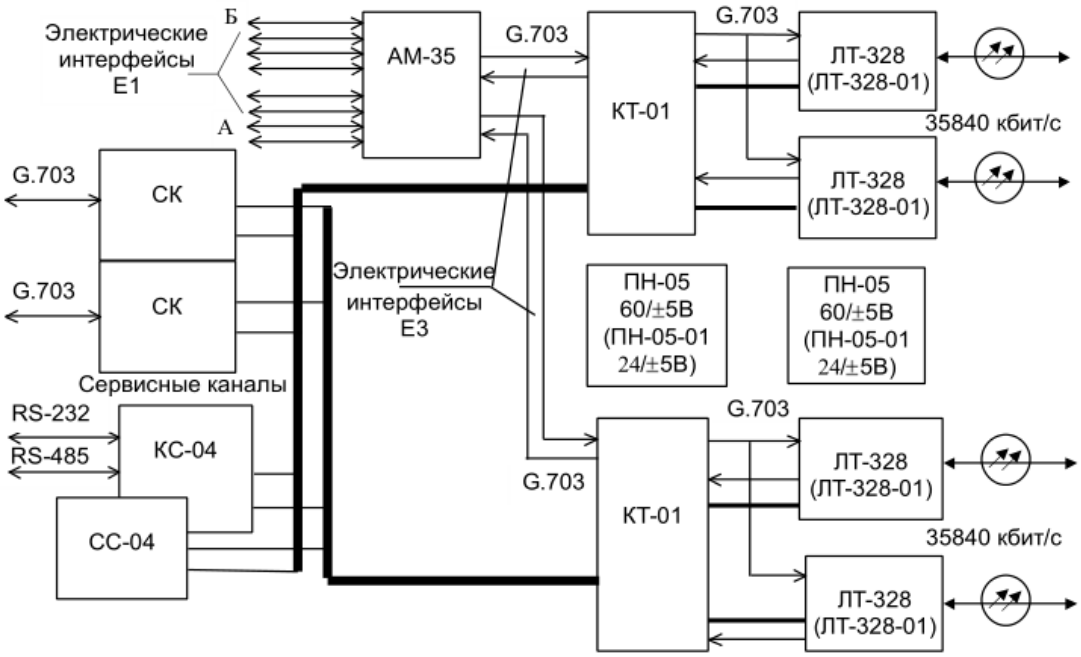


Рисунок 5. Структура ТЛС-31с комплектом АМ-35

Так как свободных потоков E1 в мультиплексоре не осталось, то необходимо выделить дополнительные. Для этого в мультиплексор необходимо установить комплект АМ-33. Данный комплект предназначен для мультиплексирования 16 первичных цифровых асинхронных потоков и состоит из двух плат АМ-33 для организации схемы «точка-точка» либо для промежуточного пункта с выделением первичных потоков. Структурная схема мультиплексора ТЛС-31 с установленным комплектом АМ-33 изображена на рисунке 6.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

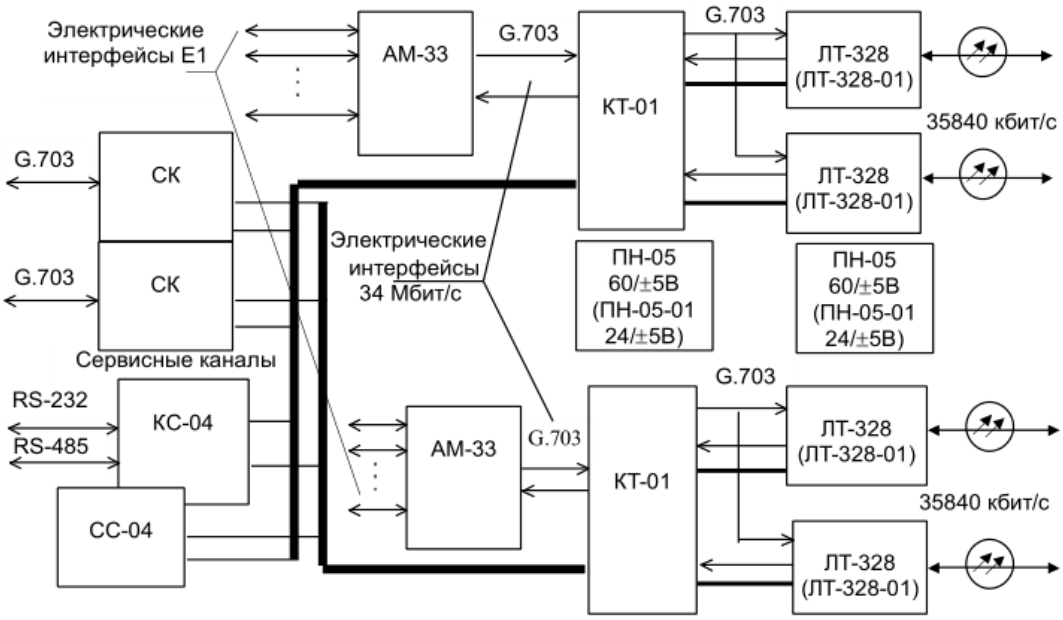


Рисунок 6. Структурная схема ТЛС-31 с комплектом АМ-33

Организация сети ДЦ «Диалог»

Для подключения к потоку E1 на станциях требуется заменить аналоговые модемы AnCom ST на устройства доступа к интерфейсу G.703. В качестве такого устройства используем типовой модем Zelax М-2Б1, рекомендованный разработчиками системы ДЦ «Диалог». Для каждого узла, будь то ЦП или ЛП, потребуется по 2 модема на основной и резервный канал.

Устройство доступа М-2Б1 предназначено для соединения сегментов сетей Ethernet через любую каналообразующую аппаратуру с интерфейсом G.703 2048 кбит/с (рисунок 7), а также по физическим линиям связи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

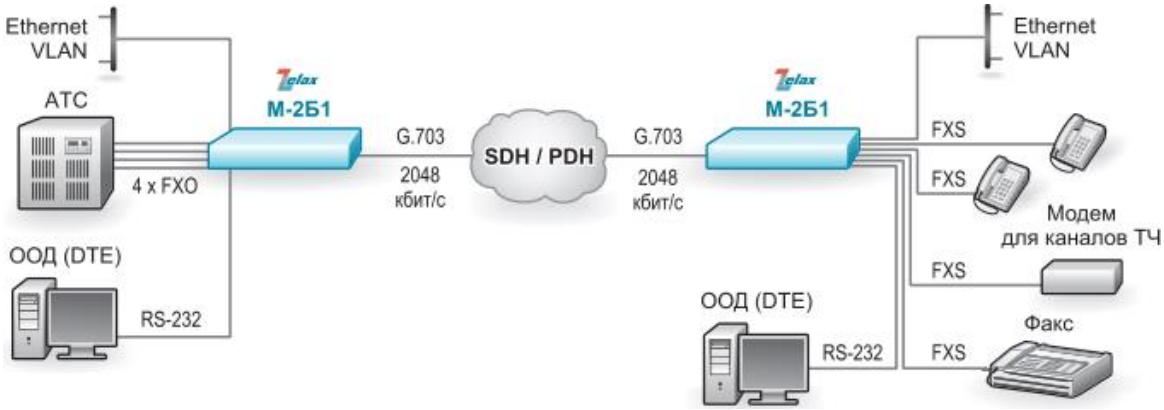


Рисунок 7. Соединение сегментов сети через каналообразующую аппаратуру

Одновременно с передачей данных Ethernet при помощи М-2Б1 можно организовать независимый асинхронный канал передачи данных и до четырех каналов аналоговой телефонии. М-2Б1 обеспечивает построение канала связи, прозрачного для любых протоколов, отвечает требованиям стандарта IEEE 802.1Q и позволяет использовать технологию виртуальных сетей (VLAN). Встроенный в модем мост обслуживает восемь приоритетных очередей (QoS). Благодаря этому поддерживается работа приложений, чувствительных к скорости доставки Ethernet-кадров.

Управление М-2Б1, контроль его параметров осуществляется через порт Ethernet по сетевому протоколу Telnet или через терминальный порт RS-232. Порт RS-232 может работать в режиме передачи данных со скоростью до 230,4 кбит/с.

М-2Б1 позволяет организовать в потоке G.703 два или четыре телефонных канала. Для этого необходимо установить в модем модули с портами FXS и FXO. По телефонным каналам могут работать факсимильные аппараты и модемы для каналов ТЧ (обычные телефонные модемы). Порты FXS и FXO могут работать в режиме выделенного канала ТЧ с двух или четырёхпроводным окончанием. Для телефонии используется динамическое выделение полосы

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

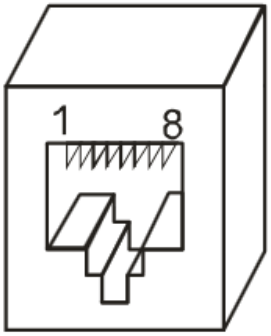
канала G.703, т.е. при отсутствии телефонных разговоров вся полоса выделяется порту Ethernet.

Подключение модемов к БМ1602 и ЦП осуществляется через кабель RJ-45 > RS-232 с разъемом DB9F или кабель типа «патч-корд» с переходником RJ-45 > RS-232 и с разъемом DB9F. В модем на порт «Port 2» подключается кабель с разъемом RJ-45, разъем DB9F подключается к БМ1602 или ЦП (в зависимости от места монтажа оборудования).

За работу связи по «кольцу» отвечает ЦП. При обрыве связи на участке, по заложенным в программное обеспечение алгоритмам, ЦП посылает команды на БМ1602 с указанием по какому каналу работать, при этом учитывается длина маршрута и качество связи на участке.

Подключение модемов к мультиплексору ТЛС-31 осуществляется витой парой. Со стороны модемов на кабеле устанавливается разъем RJ-45 и подключается к порту «Line». Чтобы правильно обжать разъем RJ-45 и скроссировать кабель необходимо воспользоваться рисунком 8 на котором изображено назначение контактов порта «Line».

Розетка RJ-45



Номер контакта	Назначение контакта
1	Сигнальная земля
2	Не используется
3	RSV – приёмник порта
4	XMT – передатчик порта
5	XMT – передатчик порта
6	RSV – приёмник порта
7	Дистанционное питание
8	Дистанционное питание

Рисунок 8. Назначение контактов порта «Line»

Контакты 3 и 6 являются плюсом и минусом приемника порта, контакты 4 и 5 плюс и минус передатчика порта. Далее кабель заводится на кроссовый статив и уже со статива подключается непосредственно в мультиплексор ТЛС-31.

Организация сети АПК ДК

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для подключения к потоку E1 на станциях требуется заменить аналоговые модемы U.S. Robotics Courier 56K на устройства доступа к интерфейсу G.703. В качестве такого устройства используем типовые маршрутизаторы Zelax MM-201R-UNI-AC9 с установленным модулем MIME-2xG.703. Для каждого узла потребуется 1 маршрутизатор, к которому будет одновременно подключен основной и резервный канал.

Модульные маршрутизаторы Zelax – устройства, позволяющие организовывать надежное и безопасное широкополосное подключение к сети Интернет, а также соединять между собой территориально распределенные филиалы и создавать сети передачи данных различного назначения – корпоративные, ведомственные, технологические. Специальное ПО предоставляет функционал от обеспечения надежности и безопасности оборудования, до усовершенствованных средств управления QoS, для параллельной передачи голосового трафика, видео и данных. Также механизмы обеспечения QoS отвечают за рациональное использование ресурсов сети в соответствии с назначенным трафику приоритетом и управление полосой пропускания каналов. В маршрутизаторе реализованы технологии подключения к Интернету по нескольким потокам E1, преобразования сетевых адресов (NAT), а также поддержка VLAN.

В маршрутизаторы Zelax встроены порты Ethernet, которые могут функционировать как коммутатор и обеспечивать полноценную работу небольшой локальной сети, подключение комплексов аппаратных и программных средств, серверов и периферийного оборудования. Маршрутизаторы имеют возможность удаленного управления оборудованием.

Основные области использования маршрутизаторов IP серии Speedway:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- организация корпоративного интернет-подключения;
- доступ к провайдерам интернет-услуг по каналам G.703/E1;
- построение корпоративных и ведомственных сетей на базе различных каналов передачи данных;
- обеспечение взаимосвязи локальных сетей через сети операторов связи;
- создание технологических сетей.

Модули MIME-2xG.703 с одним и двумя портами предназначены для подключения оборудования серии Zelax Speedway к каналам G.703/E1, радиорелейным линиям связи, телефонным станциям (рисунок 9).

Рисунок 9. Модуль MIME-2xG703

Технические характеристики модулей MIME-2xG.703 следующие:

- интерфейс G.703, ГОСТ 27767-88;
- цикловая структура отсутствует/G.704;
- чувствительность приёмника минус 43 дБ;
- линейный код HDB3 и AMI;
- максимальная длина линии связи 2 км.

Для того чтобы сократить количество линий и обеспечить полноценное резервирование следует включить в «кольцо» станцию Курск, сделав ее первым

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

узлом. Для перехода на протокол TCP/IP потребуется настройка программного обеспечения АПК ДК на ЛП и ЦП. Маршрутизаторы Zelax должны быть сконфигурированы для работы по протоколу OSPF – протокол динамической маршрутизации, основанный на технологии отслеживания состояния канала, использующий для нахождения кратчайшего пути «Алгоритм Дейкстры».

После установки и настройки маршрутизаторов, а также перенастройке ПО АПК ДК для работы по протоколу TCP/IP, следует перенести ЦП и сервер верхнего уровня в ЕДЦУ. Подключение маршрутизаторов к ЛП и ЦП осуществляется через кабель типа «патч-корд» с разъемами RJ-45, в сетевую карту со стороны ЦП или ЛП и в «Ethernet»порт на маршрутизаторе.

Подключение маршрутизаторов к мультиплексорам ТЛС-31 и FlexGain A2500 осуществляется витой парой. Со стороны модемов на кабеле устанавливается разъем RJ-45 и подключается к порту MIME-2xG703. Чтобы правильно обжать разъем RJ-45 и скроссировать кабель необходимо знать назначение контактов портов у модуля MIME-2xG703. Далее кабель заводится на кроссовый статив и уже со статива подключается непосредственно в мультиплексор ТЛС-31 (на станции) или мультиплексор FlexGain A2500 (в ЕДЦУ).

Все переносимое оборудование размещается в помещении серверной ЕДЦУ. С ВОЛС на участке Курск – Москва потоки приходят на мультиплексор FlexGain A2500. С мультиплексора основной и резервный поток приходят на 2 маршрутизатора Zelax MM-201R-UNI-AC9, каждый из них отвечает за свой поток (основной или резервный). Далее оба маршрутизатора, через порт «Ethernet», соединяются с промежуточным коммутатором, при этом коммутатор соединяется с основной и резервной ЦП через первую сетевую карту. Основная и резервная ЦП с помощью второй сетевой карты включается в коммутатор единой сети АПК ДК, объединяющую всю Московскую железную дорогу и передающую информацию в шлюз системы «ГИД Урал». Также к этому

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

коммутатору первой сетевой картой подключается сервер верхнего уровня. Второй сетевой картой сервер верхнего уровня включается в сеть СПД, для передачи информации клиентам и серверу мониторинга. Резервирование сервера верхнего уровня организуется при помощи виртуальной машины на общем сервере холодного резерва, выполненного на базе бесплатного программного обеспечения компании «Oracle» – VirtualBox.

.

Транспорт потоков в ЕДЦУ

Для транспорта потоков АПК ДК в ЕДЦУ и потоков ДЦ «Диалог» на пост ДЦ Орел используем оптическую транспортную систему производства компании Alcatel – LucentWaveStar® ADM16/1, система изображена на рисунке 10.

LucentWaveStar® ADM16/1 – это оптическая транспортная система, способная уплотнять потоки, передаваемые по сетям PDH и SDH, до более высоких скоростей – вплоть до 2,5 Гбит/с (STM-16). Благодаря широкому диапазону пропускной способности эта система является ключевым элементом построения эффективных и гибких сетей.

Одной из главных функциональных возможностей WaveStar® ADM 16/1 является ввод/вывод и гибкая кросс-коммутация потоков 2 Мбит/с непосредственно на уровне STM-16. Поддерживаются механизмы защиты, MS-SPRing, DNI, VC-SNC/N, MSP.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 10. Оптическая транспортная система LucentWaveStarADM16/1

С установленной картой WaveStar® TransLAN™ мультиплексор WaveStar ADM 16/1 выполняет функции мультисервисного сетевого элемента с поддержкой стандартов IEEE 802.1q и IEEE 802.1p, обеспечивая высокоэффективный транспорт данных и голоса по каналам SDH. Мультиплексор поддерживает интерфейсы: DS1, E1, E3, DS3, E4, 10/100 Base-T Ethernet, STM-0, STM-1, STM-4, STM-16 и подключение к системам DWDM.

Основным функциональным элементом системы является матрица кросс-коммутации 64 x 64 HOVC и 32 x 32 LOVC, которая обеспечивает гибкую маршрутизацию линия-линия, линия-триб, триб-триб. Матрица поддерживает кросс-коммутацию на уровнях VC-12, VC-3 и VC-4(-4c). Высокая степень интеграции позволяет осуществлять в одной субстойке ввод-вывод следующих потоков: 504x1,5 Мбит/с, 504x2Мбит/с, 48x34 Мбит/с, 96x45 Мбит/с, 96xSTM-0, 64x10/100 BASE-T Ethernet, 32x140 Мбит/с, 32xSTM-1 и 8xSTM-4.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для передачи потоков АПК ДК на ЕДЦУ необходимо подключить маршрутизаторы крайних станций к оптической транспортной системе LucentWaveStar ADM 16/1, расположенных на станции Лачиново (резервный канал) и станции Курск (основной канал).

Аналогично можно поступить с ДЦ «Диалог». Для передачи информации на пост ДЦ Орел основной и резервный каналы со станций Курск и Лачиново переключаются с мультиплексоров ОГМ-30 в оптическую транспортную систему LucentWaveStar ADM 16/1.

В статье были реализованны задачи:

- аналитического обзора существующих систем ДЦ;
- приведена сравнительная характеристика эксплуатационных систем ДЦ;
- рассмотрена структура каналов связи и протокол обмена информацией;
- обоснован выбор системы передачи, выбран типовой состав сетевого оборудования, отвечающего требованиям сети и рекомендованный разработчиками систем ДЦ «Диалог», составлена структурная схема модернизированной сети.

ДЦ «Диалог», современная микропроцессорная система ДЦ, обладающая практически неограниченным набором функций, и надежно защищенными каналами связи при высокой скорости передачи информации. Это способствует наилучшему использованию пропускной способности участка при полном обеспечении безопасности движения поездов. Предложенная модернизированная схема организации связи обеспечивает увеличение количества потоков в системе передачи на участке, увеличивает скорость передачи данных в сетях, улучшает надежность сети и снижает издержки на эксплуатацию.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Библиографический список

1. Лисенков В.М., Шалягин Д.В., Матвеев В.Ф. Система диспетчерского управления ДЦУ-Е // Автоматика, телемеханика и связь. 1992 № 8. с. 4-8.

2. Шалягин Д.В. Система диспетчерского управления ДЦУ-Е: Обеспечение безопасности движения поездов // Автоматика, телемеханика и связь. 1992 № 9. с. 17,18.

3. Тарачев А.Ю., Хомченков А.А., Смирнов Д.В. Система диспетчерского управления ДЦУ-Е: Структура программного обеспечения центрального поста // Автоматика, телемеханика и связь. 1992 № 10. с. 4-6.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.772

Щитов А.Н. Телекоммуникационная фаза проектирования корпоративной сети

Telecommunication phase of corporate network design

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В настоящее время компьютерные сети являются неотъемлемой частью технического обеспечения большинства предприятий и организаций. Одной из разновидностей компьютерных сетей являются так называемые корпоративные компьютерные сети. Они отличаются большой степенью контроля за состоянием и использованием узлов сети.*

Как и для других компьютерных сетей, для корпоративных компьютерных сетей характерно развитие даже после проектирования и внедрения. Это связано с изменением характера использования компьютерной сети, количества пользователей, а так же набора предоставляемых им сервисов.

Ключевые слова: *волоконно-оптические системы передачи, асимметричная цифровая абонентская линия, система общего назначения.*

Abstract. *At present, computer networks are an integral part of the technical support of most enterprises and organizations. One of the types of computer networks is the so-called corporate computer networks. They are distinguished by a large degree of control over the state and use of network nodes.*

As for other computer networks, corporate computer networks are characterized by development even after design and implementation. This is due to the change in the nature of the use of the computer network, the number of users, as well as the set of services provided to them.

Keywords: *fiber-optic transmission systems, asymmetric digital subscriber line, general-purpose system.*

Исходя из параметров аппаратуры Mini-Link 15-E, проведен анализ значений потерь, которые аппаратура может перекрыть. Данный показатель характеризуется величиной коэффициента системы:

$$K_c = P_{пд} - P_{пор};$$

$$K_c = 25-(-82) = 107 \text{ дБ}.$$

Выполнен расчет суммы всех усилений и затуханий, которые претерпевает данный сигнал:

$$K_{c'} = L_0 + L_{рф} - G_{пд} - G_{пр} + L_{атм} + L_{доп},$$

где L_0 – потери в свободном пространстве;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$L_0=92.45+20lg(f)+20lg(R_0);$$

$$L_0 = 92.45+20lg15+20lg20= 141.934 \text{ дБ}.$$

где $L_{рф}$ – потери в разделительных фильтрах. $L_{рф}$≈4..5 дБ;

$G_{пд}$, $G_{пр}$ – соответственно коэффициенты усиления передающей и приемной антенны:

$$G=20lg0.6+20lg(15)+17.5;$$

$$G=-4.437+23.464+17.5=36.527, \text{ дБ}.$$

$L_{атм}$ – потери, обусловленные влиянием атмосферы. Т.е потери в кислороде атмосферы и потери в водяных парах атмосферы.

$$L_{атм}=(\alpha_{кислород}+ \alpha_{пары})\cdot L, \text{ дБ}.$$

Для нашего случая $\alpha_{кислород}$=0.0075, а $\alpha_{пары}$=0.0085.

$$L_{атм} = (0.0075+0.0085)\cdot 24=0.4, \text{ дБ}.$$

$L_{доп}$ – дополнительные потери, обусловленные разной высотой подвеса антенн.

В данном случае высоты антенн равные и, следовательно, $L_{доп}$ = 0 Дб.

Сумма всех усилений и затуханий, которые претерпевает сигнал, имеет следующий вид:

$$K_{c'}=141.934+4-36.527-36.527+0.4=73.201, \text{ дБ}$$

Теперь вычислим запас на замирание:

$$M=K_c- K_{c'}=34, \text{ дБ}$$

Исходя из выполненных расчетов, диаграмма уровней имеет следующий вид, представленный на рисунке 33.

Организация строительно-монтажных и пуско-наладочных работ

В таблице 8 представлен перечень инструментов и сопутствующих материалов необходимых для организации строительно-монтажных работ.

Все телекоммуникационные работы предполагается произвести группой из 4 монтажников и штатного системного администратора.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

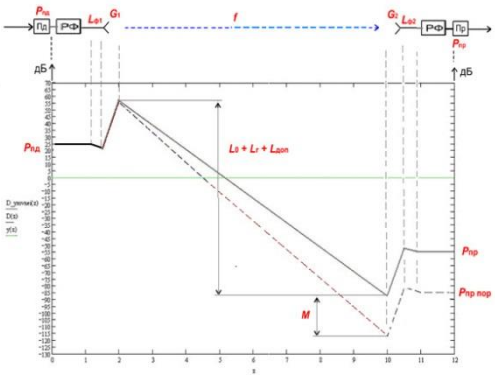


Рисунок 1. Диаграмма уровней

В таблице 1 представлен перечень инструментов и сопутствующих материалов необходимых для организации телекоммуникационных работ.

Таблица 1

Перечень инструментов и сопутствующих материалов

Наименование	Количество, штук
Перфоратор BoschGBH 11 DEc максимальный диаметром сверления буром(бетон) -80 мм	1
Бур SDS-max Bosch 65x450x600	1
Дрель ударная Makita HP1640K	1
Набор сверелMakita (металл,бетон,дерево)	1
Электролобзик Makita 4327 450Вт	1
Набор пилок для электролобзикаMakita	1
Набор отверток STAYER STANDART	1
Набор ключей STAYER	1
Кабель-канал 120×60, (2 метра)	9
Кабель-канал 80×35, (2 метра)	892
Труба ПВХ жёсткая д.63мм (2 метра)	4
Корпус внешний под розетку 2 порта	24
Дюбель-гвоздь Kew ND 6 x 35 S с потайной головкой (50 шт в упаковке)	40
Крепежный винт M6x10	90
Гайка M6 с насечкой и шайба M6 кузовная	90
Перфорированная лента 25x0,55 (25 м)	1
Анкер забивной M6x8x25(100 шт)	2
Болт DIN 933 6x20	180
Наименование работ	Затраченное время, часов
Укладка кабеля	16
Монтаж розеток	8
Монтаж оборудования телекоммуникационного шкафа	8
Установка рабочих станций	8

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Наименование	Количество, штук
Установка программного обеспечения серверов и рабочих станций	16
Тестирование	8

Таблица 3

Перечень инструментов и сопутствующих материалов

Наименование	Количество, штук
Инструмент для обжима RJ12/RJ45 HyperLineHT-N468B	1
Инструмент для заделки кабеля в тип110/KroneHyperLineHT-3640R	1
Тестер для RJ12/RJ45/RG58 TRENDnetTC-NT2	1
Кабель UTP4 cat.5eNETKOJapan /4 пары/ 305м / одножильный (305 м)	11
Модуль RJ-45 (90`) / 110 тип, универсальный	136
Патч-корд UTP RJ45 - RJ45 1м кат.5е HyperLine	68
Патч-корд UTP RJ45 - RJ45 2м кат.5е HyperLine	43

Разработка имитационной программы сети

Для моделирования разрабатываемой сети выбирается программа GPSS/PC. GPSS/PC предназначена для имитационного моделирования производственных систем. В системе GPSS/PC языком моделирования является GPSS.

Для моделирования принимается упрощенная структурная схема сети, представленная на рисунке 34.

Моделирование производится исходя из нагрузки одной машины на один коммутатор, то есть каждый отдел заменяется одним ПК. Каждый сервер в свою очередь также генерирует пакеты, но объем трафика от серверов мал, поэтому для упрощения имитационной программы его учитывать не будем.

Каждый отдел был заменен одной рабочей станцией, остальные здания также рассмотрим как рабочие станции.

При расчете необходимых данных, размер пакета принимается равным 512 байт.

Задержки в каналах:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$T = \frac{M}{C},$$

где M – размер пакета;

C – пропускная способность канала, равная 100 Мбит/с.

$$T = \frac{512 \cdot 8}{10^8} = 4{,}1 \cdot 10^{-5} \text{с}.$$

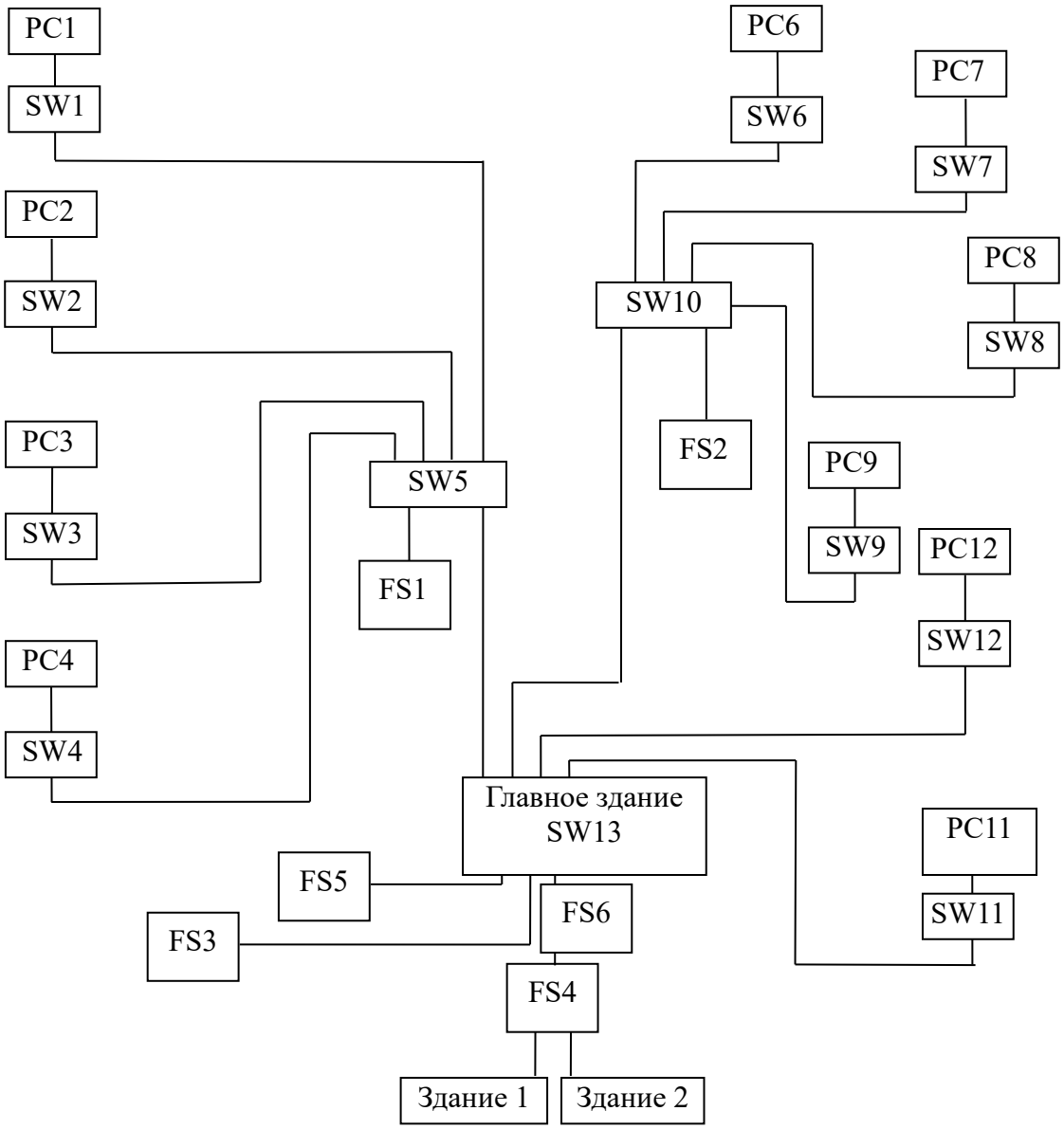


Рисунок 2. Схема сети для моделирования

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Задержка в коммутаторах:

$$T = \frac{512 \cdot 8}{100000000 \cdot N},$$

где N – количество портов в коммутаторе.

Для 16-портового коммутатора:

$$T = \frac{512 \cdot 8}{100000000 \cdot 16} = 2{,}56 \cdot 10^{-6} \text{с.}$$

Для 24-портового коммутатора:

$$T = \frac{512 \cdot 8}{100000000 \cdot 24} = 1{,}7 \cdot 10^{-6} \text{с.}$$

Для 50-портового коммутатора:

$$T = \frac{512 \cdot 8}{100000000 \cdot 50} = 0{,}8 \cdot 10^{-6} \text{с.}$$

Результат составления сводной таблицы задержек на коммутаторах представлены в таблице 4.

Задержка в серверах

Частота серверных процессоров равна 2,33 ГГц и 3 ГГц.

Таблица 4

Сводная таблицу задержек на коммутаторах

Коммутаторы	Задержка
SW1, SW3, SW4, SW5, SW7, SW8, SW10, SW11, SW12, SW13	$2{,}56 \cdot 10^{-6}$
SW2, SW6	$1{,}7 \cdot 10^{-6}$
SW9	$0.8 \cdot 10^{-6}$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В задержку времени обработки сервером одного сообщения входит обращение к НМЖД плюс время обработки процессором:

$$T = \frac{V_{пакета}}{\upsilon_{доступа}} + \frac{V_{пакета}}{\nu.R}$$

где $\upsilon_{доступа}$ – время доступа к HDD,

ν – частота процессора сервера,

R – разрядность процессора.

Время доступа к HDD составляет примерно в два раза больше времени обработки процессором:

$$T = 3 \cdot \frac{V_{пакета}}{\nu \cdot R}$$

$$T_1 = 3 \cdot \frac{512}{2{,}33 \cdot 10^9 \cdot 4} = 0{,}165 \cdot 10^{-6} c,$$

$$T_2 = 3 \cdot \frac{512}{3 \cdot 10^9 \cdot 2} = 0{,}256 \cdot 10^{-6} c.$$

Сводная таблица задержек на серверах приведена в таблице 5.

Таблица 5

Сводная таблица задержек на серверах

Серверы	Задержка
FS1, FS2, FS3	$0{,}256 \cdot 10^{-6}$
FS4, FS5, FS6	$0{,}165 \cdot 10^{-6}$

Задержку на рабочих станциях, принимая во внимание менее производительную конфигурацию оборудования, примем в 2 раза большей, чем на серверах.

Смета разработки проекта телекоммуникационной сети

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Смету разработки проекта сети, где отображены наименование и количество необходимого для устройства сети оборудования, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Смета разработки проекта ЛВС

Наименование	Марка	Количество, шт.
Коммутаторы		
Коммутатор 14 портов	Catalyst® 2914XL	4
Коммутатор 16 портов	Catalyst® 2916CM XL	1
Коммутатор 24 порта	Catalyst® 2924M XL	1
Коммутатор 48 портов	Catalyst® 2948C XL	3
Маршрутизатор	SSM Cisco ASA 5500	1
Сетевой адаптер (раб. станции)	D-Link DFE-530TX+	98
Сетевой адаптер (сервера)	3COM 3C996B-T 10/100/1000Mbps PCI-X Server NIC	4
SFP трансивер	D-Link DEM-312GT2	4
IP-телефон	D-Link DPH-400SE	10
IP-камера	D-Link DCS-2000	13
Для организации 3G	D-Link DIR-451 3G Wi-Fi, EV-DO, UMTS, HSDPA 802.11g	1
ISDN – адаптер (терминальный адаптер)	Eicon Systemtechnik	1
Устройство для организации ISDN (сетевой терминал)	Eicon DIVA 2.01	1
Сервера		
Сервер 1	Intel® Xeon® E52xx	1
Сервер 4	Intel® Xeon® 5050	1
Сервера 2 и 3	Intel® Xeon® E5345 ® Xeon® 5050	2
Оборудование для монтажа		
Витая пара	Кабель UTP 6e Neomax, катушка 305 метров	14
Оптоволокно	Nexans LANmark-OF TBW+ LSZH	1353
Кабелепровод	Длина поставки 2.5 метра	542
Программное обеспечение		
Клиентское ПО	Microsoft Office Корпоративный 2007	1
ПО видеонаблюдения	Milestone XProtect Enterprise 5.0	1
ПО видеоконференций	VideoPort Enterprise	1
Серверная ОС	Windows Server 2003 Enterprise Edition	4 (+4)·
Клиентская ОС	Microsoft Windows 7 Professional	98
Call-менеджер	Office Communications Server 2007	1

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Наименование	Марка	Количество, шт.
СУБД	Oracle Database 10g Standard Edition	1
Сервер приложений	Oracle Application Server 10g	1
СУБД 2	1С:Бухгалтерия 8	1
СУБД 3	Консультант Плюс: Версия Проф	1
Прокси-сервер	WinGate 6.0 Enterprise	1
Print – сервер	Print Server 2.4	
Mail – сервер	Courier Mail Server 1.56	1

Программные средства локальной вычислительной сети

Сервера локальной сети будут работать на операционной системе Windows Server 2012.

На рабочих станциях установлена операционная система Windows 7.

Прикладное программное обеспечение на рабочих станциях прежде всего представлено Microsoft Office 2007.

Microsoft Office 2007 очень удобен - он не создает проблем при изучении новых свойств приложений и работе с ними. Необходимая информация всегда находится под рукой благодаря новому помощнику Office Assistant. Он в любой момент даст вам совет о том, как лучше выполнить то или иное действие, или подсказку как найти нужный инструмент в приложениях Microsoft Office. Существенно упрощают повседневную работу новые свойства технологии Intelli SenseTM: фоновая проверка орфографии в Microsoft Word и Microsoft PowerPoint, фоновая проверка грамматики в Microsoft Word, позволяющая находить и исправлять орфографические и грамматические ошибки щелчком мыши, и т. д.

Microsoft Word 2007 - мощный интеллектуальный текстовый процессор, удобный и простой в использовании инструмент создания профессионально оформленных документов и публикации материалов в Internet/Intranet.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В Word предусмотрено автоматическое преобразование графики и OLE-объектов в изображения форматов JPEG и GIF, поддерживаются новейшие HTML-теги.

В Word доступны те же текстуры для заполнения фона, что и в Publisher и Power Point, поэтому при создании Web-страниц средствами Word выбор значительно шире.

Microsoft Excel 2007 содержит встроенные функции, позволяющие легко помещать на Web-сервер документы, созданные в среде Excel, включая графику. К их числу относятся: мастер сохранения документа в формате HTML, средство просмотра содержимого документов Excel для пользователей, не работающих с этим приложением и ряд других.

Excel позволяет импортировать данные из HTML-документов, найденных на Web-сервере, восстанавливая при этом формат и оформление таблицы. После импорта данные доступны для выполнения любых операций в MicrosoftExcel.

В Microsoft Excel 2007 имеется операция создания запроса к данным, хранящимся на Web-сервере. Можно создать постоянную ссылку на страницу в Internet, и данные в таблице будут обновляться автоматически.

Power Point 2007- инструмент подготовки и проведения презентаций.

Microsoft Access 2007 – программа для создания СУБД. Включены свойства, позволяющие публиковать данные из Access на Web-сервере. Так, HTML включен в список форматов, в которых можно создавать отчеты. Теперь очень просто публиковать данные в виде отчета Microsoft Access на сервере.

Используется 1С УПП Бухгалтерия 8.2 на всех компьютерах - универсальная программа массового назначения для автоматизации бухгалтерского учета. Она представляет собой компоненту "Бухгалтерский учет" системы программ 1С УПП Предприятия 8.2. Типовая конфигурация

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

представляет собой готовое решение для автоматизации большинства участков бухгалтерского учета.

Используется 1С УПП Зарплата и кадры 8.2 в бухгалтерии и в отделе кадров.

Компонент «Расчет» предназначен для автоматизации периодических расчетов и может быть использована как автономно, так и совместно с другими компонентами системы «1С:Предприятие».

Также на рабочих станциях персонала установлены:

– антивирусная программа антивирус Kaspersky Anti-Virus Personal Pro 5.0.527;

– архиватор «Winrar».

Информационная безопасность в данной организации осуществляется программно и аппаратно.

В ЛВС используются два управляемых коммутатора, которые идентифицируют MAC–адрес сетевой карты при контроле доступа к порту. Коммутатор, с помощью которого соединено оборудование 1 этажа, имеет 1 резервный порт, а второй коммутатор – 7 резервных портов.

Сервер, выполняющий функции межсетевого экрана, позволяет обеспечивать фильтрацию входящих пакетов, преобразовывает адрес источника пакета, распознаёт атаки и взломы, контролирует текущие соединения. Защиту от вредоносных программ также обеспечивает антивирусная программа.

Анализ защищенности телекоммуникационной сети

Для эффективной работы системы в условиях полноценной двунаправленной IP сети, необходимо использование структурной схемы работы системы, которая представлена на рисунке 34. Для преодоления

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

трудностей использования дорогих алгоритмов скремблирования DVB-CSA, в рамках IP-вещания целесообразно воспользоваться алгоритмом AES симметричного блочного шифрования, который принял Национальный институт стандартов (НИСТ) США, а для передачи ключей использовать безопасное двунаправленное соединение абонентского терминала с системой управления пользователями оператором с непосредственной аутентификацией и авторизацией абонента. То есть блоки скремблирования и дескремблирования в предлагаемой реализации занимает симметричное шифрование на основе алгоритма AES, а вместо системы условного доступа, работающей на основе ECM/EMM сообщений, система аутентификации и авторизации пользователей на основе асимметричного алгоритма шифрования RSA.

Таким образом, отличие от схемы работы DVB-CSA заключается в том, что транспортный поток мультиплексированных данных всех каналов и служебной информации (TS) заменен транспортным потоком мультиплексированных данным одного канала (канальный поток, CS). Причем в этот транспортный поток не включены данные для системы условного доступа (ECM и EMM). Канальный поток (CS) после скремблирования (CS') доставляется до абонентов по мультикаст сети, а необходимые данные для дескремблирования передаются индивидуально каждому абоненту по защищенной юникаст сети (Secured Unicast), что может быть реализовано на основе SSL (Secured Socket Layer) технологии. Поток данных в рамках Secured Unicast по сравнению с канальным потоком (CS') - незначительный (установление соединения абонентом, аутентификация, авторизация, передача необходимых ключей для дескрамблирования данных), поэтому применение unicast технологии не будет являться каким либо ограничением работы системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

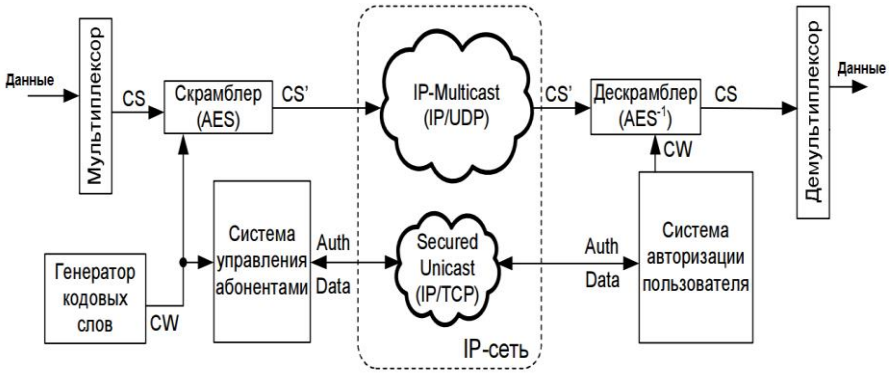


Рисунок 3. Структурная схема работы защиты контента в спутниковой сети передачи данных

Для различных типов разграничения доступа к мультимедийному вещанию и требований к уровню безопасности, блок авторизации может быть чисто программным, либо использовать уникальные для пользователя аппаратные элементы.

В случае программной реализации блока авторизации, уникальность пользователя будет обеспечена с помощью логина и пароля и/или подписанного системой управления пользователями публичного ключа. При необходимости ограничения использования IP-TV услуг с логином и паролем в рамках одного компьютера, можно воспользоваться дополнительной авторизацией на основе IP адреса.

В случае необходимости более глубокой системы защиты, возможно реализация аутентификации и авторизации на базе аппаратных ключей (USB, COM, LPT). Максимальная, но и самая дорогостоящая, защита может быть при реализации блоков системы авторизации и дескремблирования в рамках одного USB устройства. В таком случае весь процесс раскодирования данных канала происходит вне персонального компьютера, а следовательно невозможным становится программное отслеживание ключей декодирования.

Прямое и обратное преобразования в шифре имеют одинаковую алгоритмическую структуру и различаются константами сдвига, ключевыми

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

элементами, узлами замен и константами умножения. При аппаратной реализации они могут быть совмещены на 60%, при программной оптимальное быстродействие может быть достигнуто лишь при полностью раздельных реализациях обеих функций.

Все преобразования в шифре имеют строгое математическое обоснование. Сама структура и последовательность операций позволяют выполнять данный алгоритм эффективно как на 8-битных так и на 32-битных процессорах. В структуре алгоритма заложена возможность параллельного исполнения некоторых операций, что на многопроцессорных рабочих станциях может еще поднять скорость шифрования в 4 раза.

Использование только асимметричного шифрования для обеспечения безопасной передачи данных является неэффективным с точки зрения производительности, что обусловило создание специального протокола канального уровня SSL (Secured Socket Layer), интегрирующего асимметричное и симметричное шифрование, позволяя тем самым эффективно реализовать защищённый канал «Оператор-Абонент» в рамках системы спутникового канала связи.

Протокол SSL предоставляет «безопасный канал», который имеет три основные свойства:

– канал является частным. Шифрование используется для всех сообщений после простого диалога, который служит для определения секретного ключа;

– канал аутентифицирован. Серверная сторона диалога всегда аутентифицируется, в то время как клиентская - аутентифицируется опционально;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– канал надежен. Транспортировка сообщений включает в себя проверку целостности (с привлечением MAC).

Работа SSL включает в себя три основных фазы:

– диалог между сторонами, целью которого является выбор алгоритма шифрования;

– обмен ключами на основе криптосистем с открытым ключом или аутентификация на основе сертификатов;

– передача данных, шифруемых при помощи симметричных алгоритмов шифрования.

Системы шифрования дисковых данных

В целях сокращения расходов на организацию электронного документооборота предполагается использовать только программные средства «КриптоПро CSP».

Установка сертифицированного средства криптографической защиты информации КриптоПро CSP позволяет использовать эти клиентские средства электронной почты Microsoft с российскими криптографическими алгоритмами и ключами 256 бит.

Для корпоративного использования услуги Центра Сертификации должны удовлетворять следующим требованиям:

– минимальный интерфейс взаимодействия пользователя;

– автоматизация процесса регистрации пользователя и получения сертификата, за счет использования данных о пользователе в домене Windows.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Построение Центра Регистрации (ЦР) относительно несложно, но требует некоторого дополнительного знания, так как использование этой службы почти не освещается в документации Microsoft. В Microsoft Windows 2016 Центр Регистрации это тот же Центр Сертификации, имеющий дополнительную настройку. Чтобы построить ЦР, у Центра Сертификации необходимо отключить способность подписывать сертификаты, но сохранить его функцию обслуживания запросов на сертификаты через Web интерфейс.

Общая схема построения корпоративной системы, использующей Центр Регистрации и Центр Сертификации, приведена на рисунке 4.

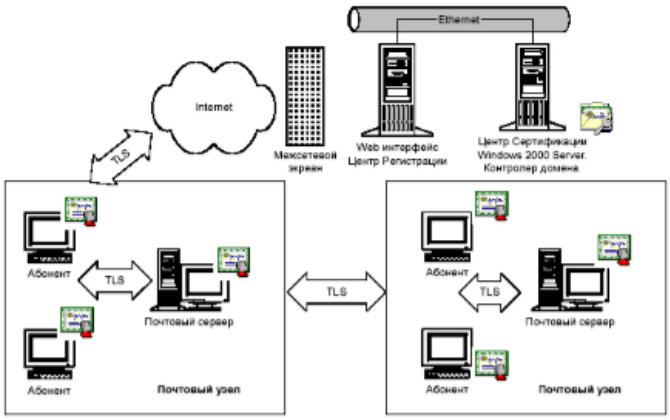


Рисунок 4. Схема построения корпоративной системы, использующей Центр Регистрации и Центр Сертификации

Центр Регистрации в корпоративной системе должен обеспечить выполнение следующих функций:

– конфиденциальность данных, передаваемых пользователем в процессе регистрации;

– аутентификацию пользователя при обработке запроса на сертификат;

– защищенную доставку сертификата Центра Сертификации;

– обновление списка отозванных сертификатов для пользователе корпоративной системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Конфиденциальность передаваемых данных регистрации и доверенную доставку сертификата Центра Сертификации можно обеспечить, используя протокол SSL (TLS), реализованный с помощью криптопровайдера КриптоПро CSP. Аутентификация в данном случае должна быть односторонняя, так как в момент регистрации пользователь не имеет своего личного секретного ключа и сертификата.

Для предотвращения фактов компрометации секретных ключей пользователей на объекте информатизации разрабатывается инструкция о порядке обращения с ключевой информацией при работе с ЭЦП.

Целесообразно использовать следующий набор сниферов (агентов), каждый из них контролирует свой канал передачи информации (рисунок 5).

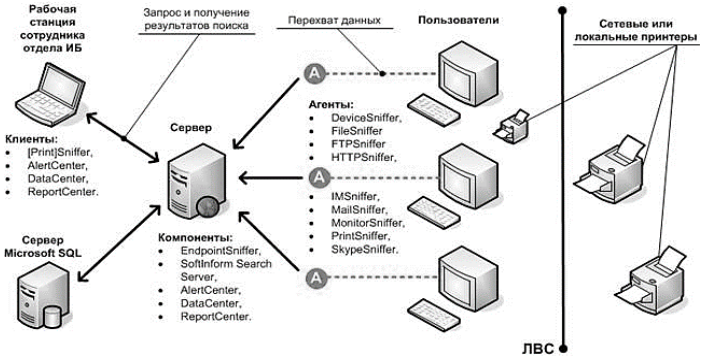


Рисунок 5. Алгоритм работы систем DLP (Data Leakage Prevention) для защиты конфиденциальной информации

– PrintSnifer позволяет перехватывать содержание документов, отправленных пользователем на печать;

– DeviceSnifer перехватывает информацию, которая записывается на различные внешние устройства (например, USB-флешки, CD / DVD диски);

– MailSnifer перехватывает всю входящую и исходящую электронную почту;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– SkypeSnifer перехватывает голосовые и текстовые сообщения Skype;

– IMSnifer перехватывает сообщения интернет-пейджеров (ICQ, QIP и другие);

– HTTPSnifer позволяет перехватывать информацию, которая отправляется в интернет форумы, блоги и другие web-сервисы;

– AlertCenter - это «мозговой центр» всей системы безопасности. AlertCenter - самостоятельное приложение, которое опрашивает все перечисленные агенты и при наличии в перехваченной информации определенных ключевых слов, фраз или фрагментов текста немедленно извещает офицера безопасности.

В качестве средства повышения безопасности конфиденциальной информации в электронной форме можно рекомендовать применение систем сильной аутентификации. Известно, что самым слабым аутентификации является предъявление системе пароля или пин-кода. Если учесть, что сегодня каждый средний пользователь должен помнить примерно 15 паролей, становится понятным, что такая защита не является сильной - пароли оказываются слишком слабыми. Следующий уровень аутентификации - это предъявление системе электронного ключа или смарт-карты. Третий уровень - предъявление биометрики. Использование многофакторной аутентификации позволяет снизить финансовые потери и минимизирует риск ИТ-безопасности. На сегодняшний день распространены USB-токены, которые позволяют внедрять юридически значимый электронный документооборот.

Системы аутентификации электронных данных

Рассмотрим основные роли администраторов электронных данных:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- системный администратор: планирует и организует стратегию резервного копирования и восстановления в случае сбоя базы данных или системного программного обеспечения; планирование, проверка и установка необходимых обновлений и исправлений для системного программного обеспечения; создание и поддержание в актуальном состоянии пользовательских учётных записей; планирование и проведение работ по расширению сетевой структуры предприятия; ответственность за информационную безопасность в компании;
- архитектор базы данных: разработка и построение базы данных; внедрение новых решений в сфере базы данных; стандартизация и разработка процедур управления базой данных; разработка интерфейсов и систем взаимодействия с приложениями и между базами данных;
- аналитик базы данных: разработка комплексных предложений с целью улучшения состояния базы данных; обеспечение интеграции различных программных приложений для решения оптимизационных и стратегических задач;
- аналитик производительности: оценка и анализ по использованию ресурсов аппаратного обеспечения, поиск узких мест; внесение и обоснование предложений по улучшению аппаратного обеспечения;
- программного обеспечения;
- техническая поддержка: консультирование и помощь конечным пользователям в освоении и использовании базы данных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Общая архитектура решения для обеспечения информационной безопасности гетерогенной АИС приведена на рисунке 6. В закрашенных областях, представляющих собой элементы существующей IT-инфраструктуры, происходит обработка политик доступа.

Рисунок 6. Архитектура построения универсальной системы защиты

Современные производители устанавливают пароль для привилегированного аккаунта по умолчанию или оставляют его пустым. SQL Server поставляется с привилегированным аккаунтом «SA» и пустым паролем. Данный аккаунт по умолчанию отключен, но при установке MS SQL Server существует возможность его подключения и установки собственного пароля. Часто администраторы только устанавливают собственный пароль, не изменяя при этом названия учетной записи. Это значительно упрощает процедуру подбора пароля, ведь в Интернете существуют тысячи списков с комбинациями паролей. Наличие привилегированных учетных записей, таких как «SA», со слабым механизмом аутентификации позволяет легкую атаку на СУБД и получения доступа к ней.

Рассмотрим пример система защиты СУБД, которая направлена на противодействие атакам, ориентированным на реализацию метода полного перебора возможных вариантов логина и пароля, и атакам, осуществляющих

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

подбор пароля к стандартным учетных записей, таких как «SA». Модель предложенной системы защиты СУБД от сетевых атак приведена на рисунке 7.

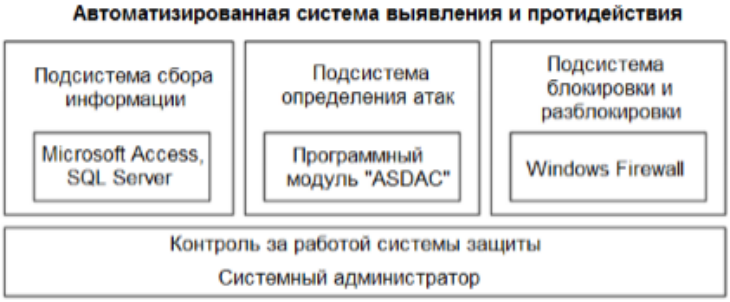


Рисунок 7. Модель системы защиты СУБД

Предложенная модель системы защиты СУБД имеет модульную структуру, что позволяет выявлять и идентифицировать атаки и противодействовать им на различных уровнях системы защиты данных. Подсистема блокировки атак представляет собой модуль–надстройку к сетевому экрану Windows. Данный модуль в режиме реального времени отслеживает изменения в список заблокированных IP–адресов и вносит соответствующие изменения в брандмауэр Windows. Для автоматизации процесса установки правил информационной защиты данных используется библиотека interop.netfwtypelib.dll, которая позволяет создавать, модифицировать и удалять правила из списка правил встроенного брандмауэра FireWall.

Данная система защиты СУБД ориентирована на работу в автоматизированном режиме. Кроме того, программно обеспечена возможность ручного управления администратором процесса блокировки IP–адресов и создания собственных правил защиты системы.

Процедура установки защиты базы данных Microsoft Access на уровне пользователей автоматизирована, ее можно выполнить с помощью Мастера защиты базы данных, однако воспользоваться им смогут только пользователи группы Admins.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1. Выбирается команда Сервис, Защита, Мастер. Мастер защиты базы данных на уровне пользователей позволяет создать или изменить существующий файл рабочей группы.

2. Заполняются поля второго диалогового окна Мастера.

3. Выбираются объекты базы данных, которые требуется защитить.

4. Выбираются группы из списка групп с типичными правами доступа:

– все права на данные;

– только чтение.

5. Предоставляются ограниченные права доступа группе Users.

6. Создаются учетные записи пользователей

7. Определяется вхождение пользователей в группы.

8. Мастер создает новую защищенную базу данных и импортирует в нее все объекты исходной базы данных, сохраняя резервную копию незащищенной базы данных с прежним именем (по умолчанию), но с расширением bak вместо mdb.

9. После завершения работы мастера на экране отображается отчет о защите базы данных, содержащий всю указанную в окнах мастера информацию, необходимую для восстановления файла рабочей группы. Этот отчет рекомендуется распечатать или сохранить в формате снимка отчета, чтобы по сохраненной информации потом можно было восстановить файл рабочей группы в случае его повреждения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

10. Мастер защищает все выбранные на определенном этапе объекты базы данных, отбирает у группы Users все разрешения на доступ к этим объектам либо оставляет данной группе заданные ограниченные права доступа, а затем зашифровывает базу данных. Межтабличные связи и любые связанные таблицы воссоздаются в защищенной базе данных БД Security.

С этого момента только пользователи, входящие в группу Admins, учетные записи которых сохранены в файле рабочей группы, созданном или присоединенном с помощью мастера, будут иметь полный доступ к защищенным объектам в базе данных.

Расчет капитальных затрат на организацию системы защиты информации в ЛВС предприятия

Расчет затрат на оборудование производится по формуле:

С (цена в у.е.) ·К (курс) ·Кол (количество)

При расчете стоимости разработки принимается во внимание, что в процессе разработки должно быть задействовано 2 человека:

– постановщик задачи (заработная плата $ЗП_1$ – 10000 руб./мес. согласно тарифной сетке, время занятости в проекте $К_1$ – 15% от общего времени);

– инженер (заработная плата $ЗП_2$ – 12000 руб./мес. согласно тарифной сетке, время занятости в проекте $К_2$ – 100% от общего времени).

Также в процессе разработки была задействована следующая вычислительная техника:

– компьютер (стоимость СТ1 – 25000 руб, расчетный срок эксплуатации СЭТ1 – 5 лет, энергопотребление ЭТ1 – 0,2 кВт/ч);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– принтер (стоимость СТ2 – 7000 руб., расчетный срок эксплуатации СЭТ2 – 5 лет, энергопотребление ЭТ2 – 0,1 кВт/ч).

Стоимость электроэнергии СЭ – 3,56 руб./кВт + 18% = 4,20 руб./кВт

Срок разработки СР – 4 месяца (83 рабочих дня) согласно ТЗ

Длительность рабочего дня Д – 8 часов.

Процент отчислений на дополнительную заработную плату ПД – 13%

Процент отчислений на социальное страхование ПС – 26,2%

При разработке проекта было отпечатано 200 листов бумаги стоимостью 1 руб. за лист и израсходован 1 картридж краски стоимостью 120 руб. На канцтовары выделено 200 руб. Обычно размер накладных расходов составляет 120 – 150 % от фонда оплаты труда исполнителей. Допустим, что размер накладных расходов составляет 120 %.

В таблице 7 приведен расчет затрат на разработку системы защиты информации в локальной вычислительной сети.

Таблица 7

Расчет затрат на разработку системы

Наименование статьи расходов	Расчет затрат	Размер затрат, руб.
Материальные расходы		
Расходные материалы	200·1+120	320
Основная заработная плата исполнителям		
Зар. плата постановщика задачи	$СР \cdot К_1 \cdot ЗП_1 = 4 \cdot 0{,}15 \cdot 10000$	6000
Зар. плата инженера	$СР \cdot К_2 \cdot ЗП_2 = 4 \cdot 1 \cdot 12000$	48000
Дополнительная заработная плата исполнителям		
Доп. зар. плата	(6000+48000) ·ПД = 0,13·54000	7020
Социальное страхование		
Отчисления на соц. страхование	(54000+7020) ·ПС = 0,262·61020	15987,24
Амортизация		
Амортизация используемого компьютера	$СТ_1 \cdot (СР/СЭТ_1$ в месяцах) = 25000·(4/(5·12))	1666,67
Амортизация используемого принтера	$СТ_2 \cdot (СР/СЭТ_2$ в месяцах) = 7000·(4/(5·12))	466,67
Прочие прямые расходы		

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Наименование статьи расходов	Расчет затрат	Размер затрат, руб.
Канцтовары	-	200
Расходы на электроэнергию	$ЭТ_1 \cdot СЭ \cdot Д \cdot СР = 0,2 \cdot 2 \cdot (8 \cdot 83)$	256,6
Расходы на электроэнергию	$ЭТ_2 \cdot СЭ \cdot Д \cdot СР = 0,1 \cdot 2 \cdot (8 \cdot 83)$	128,3
Накладные расходы		
Размер накладных расходов на разработку системы защиты	(6000+48000+7020) ·1,2	73224
Итого:		153269,5

Таким образом, стоимость разработки составила 153269,5 рублей.

Расчет затрат на приобретение и установку системы защиты

На данном этапе со стороны предприятия будет задействовано 2 человека:

- инженер (заработная плата $ЗП_1$ – 12000 руб./мес. согласно тарифной сетке, время занятости в проекте $К_1$ – 100% от общего времени).
- администратор (заработная плата $ЗП_2$ – 12000 руб./мес. согласно тарифной сетке, время занятости в проекте $К_2$ – 100% от общего времени).

Кроме того, необходимо приобрести следующее ПО:

- Арсенал Рапорт 1.8 для работы с персонифицированными данными (для взаимодействия с ПФР России);
- Dallas Lock 7.0 для защиты от НСД.

Компьютеры на предприятии уже имеются, другое ПО на них также установлено и закупать его не требуется. Компьютеры используются для тестирования продукта.

Стоимость установки программных средств и обучение персонала входит в стоимость программного продукта. Техническая поддержка и консультации в течение 1 года бесплатны.

Срок данного этапа (Срок установки СУ) предполагается 0,5 месяца.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 8

Расчет затрат на установку ПО

Наименование статьи расходов	Расчет затрат	Размер затрат, руб.
Материальные затраты		
Расходы на печать (100 листов)	100·1	100
Основная заработная плата исполнителям		
Зар. плата инженера	$СУ·К_1·ЗП_1$ = 0,5·1·12000	6000
Зар. плата администратора	$СУ·К_2·ЗП_2$ = 0,5·1·12000	6000
Дополнительная заработная плата исполнителям		
Доп. зар. плата	(6000+6000)·ПД = 0,13·12000	1560
Социальное страхование		
Отчисления на соц. страхование	(12000+1560)·ПС = 0,262·13560	3552,72
Амортизация		
Амортизация используемого компьютера (3 шт.)	$СТ_1$·(СР/$СЭТ_1$ в месяцах) = 3·25000·(0,5/(5·12))	625
Амортизация используемого принтера	$СТ_2$·(СР/$СЭТ_2$ в месяцах) = 7000·(0,5/(5·12))	58,33
Прочие прямые расходы		
Расходы на электроэнергию (компьютер) (3 шт.)	$ЭТ_1$·СЭ·Д·СУ = 3·0,2·2·(8·15)	144
Расходы на электроэнергию (принтер)	$ЭТ_2$·СЭ·Д·СУ = 0,1·2·(8·15)	24
Накладные расходы		
Размер накладных расходов на установку системы защиты	(6000+6000+1560)·1,2	16272
Итого:		34336,1

Стоимость затрат на установку ПО составила 34336,1 рублей. Стоимость затрат на закупку установленного ПО составила (8400+3600)·3=36000 руб. (Покупка Dallas Lock 7.0 (3 шт.) по цене 3600 руб. и Арсенал Рапорт 1.8 (3 шт.) по цене 8400 руб.)

В итоге на разработку и установку всей системы было затрачено 153269,5 + 34336,1 + 36000 = 223605,6 рублей.

Как показал анализ затрат на внедрение системы защиты информации в ЛВС основную часть расходов составляет стоимость программно-аппаратных средств защиты. Следует отметить, что эта сумма может сильно варьироваться в

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

зависимости от величины поставки (свойственно программным средствам), сумма затрат на внедрение может уменьшиться весьма значительно.

Оценка текущих эксплуатационных затрат

Текущие эксплуатационные затраты будут иметь следующий вид.

Материальные затраты: на ключевые дискеты в связи с выдачей новых ключей взамен утерянных.

Зарплата обслуживающего персонала.

Социальные гарантии.

Амортизация оборудования.

Прочие прямые расходы: на электроэнергию, расходы, связанные с оплатой услуг интернет, расходы на техническую поддержку (10 % от стоимости продукта).

Накладные расходы.

Общие затраты организации на оплату услуг Интернет при эксплуатации системы возрастут в связи с увеличением трафика. Плата за трафик составляет 2,30 руб./Мб. При средней интенсивности трафика, создаваемого системой, 300 Мб/мес. получаем примерно 690 руб./мес.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 8

Оценка текущих эксплуатационных затрат

Наименование статьи расходов	Расчет затрат	Размер затрат, руб.
Материальные затраты		
Ключевая дискета	2·15	30
Основная заработная плата		
Зар. плата пользователей системы	3·ЗП·11= 21000·11	231000
Дополнительная заработная плата		
Доп. зар. плата пользователей	231000·ПД=231000·0,13	30030
Социальное страхование		
Отчисления на соц. страхование	(231000+30030)·ПС=261030·0,262	68389,86
Амортизация		
Амортизация используемого ПО Арсенал Рапорт 1.8 (3 шт.)	$СТ_{ПО}$·(12/$СЭТ_{ПО}$ в месяцах) = 3·8400·12/(10·12)	2520
Амортизация используемого ПО Dallas Lock 7.0 (3 шт.)	$СТ_{ПО}$·(12/$СЭТ_{ПО}$ в месяцах) = 3·3600·12/(10·12)	1080
Амортизация используемого компьютера (3 шт.)	$СТ_1$·(СР/$СЭТ_1$ в месяцах) = 3·25000·(12/(5·12))	15000
Прочие прямые расходы		
Оплата услуг Интернет	690 руб./мес. · 12 месяцев	8280
Расходы на техническую поддержку ПО	(8400+3600)·3·0,1	3600
Расходы на электроэнергию (компьютер) (3 шт.)	$ЭТ_1$·СЭ·Д·СР = 3·0,2·2·(8·250)	2400
Накладные расходы		
Размер накладных расходов	(231000+30030)·1,2	313236
Итого:		675565,9

Итак, по приблизительным оценкам текущие эксплуатационные затраты на информационную систему составят 675565,9 руб. в год.

При подсчете затрат на систему защиты необходимо учитывать, что средства снижают пропускную способность канала связи, увеличивая прочие прямые расходы. Это связано с тем, что из-за добавления новых заголовков к пакетам увеличивается длина пакетов, а из-за использования протоколов управления ключами увеличивается число пакетов в сети.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таким образом, данные расходы в среднем составляют 15% от затрат на оплату услуг Интернет, или 1242 рублей в год.

Перечень и стоимость СКС

Так как на данном предприятии первоначальной целью является модернизация ЛВС. И с модернизацией ЛВС в некоторой степени происходит модернизация СКС, так как требуется новая структурированная кабельная система. В таблице 9 представлена стоимость структурированной кабельной системы и сопутствующих материалов.

Таблица 9

Стоимость СКС и сопутствующих материалов

Наименование	Количество	Цена за 1 шт/м (р)	Стоимость рублей
Розетка однопортоваяRJ-45 5е	15	55	825
Розетка двупортоваяRJ-45 5е, (шт)	23	110	2530
Кабель витая пара категории 5е, (м)	1595	22	35090
Патч-корд 5е 1.5 м, (м)	30	31	930
Патч-корд 5е 1 м, (м)	30	25	750
Кабель канал 110·50, (шт)	110	100	11 000
Внутренний угол 110·50, (шт)	22	127	2 794
Плоский угол 110·50, (шт)	9	127	1 143
Т-образный отвод 110·50, (шт)	6	127	762
Заглушка 110·50, (шт)	14	89	1 246
Соединительная скоба 110·50, (шт)	55	89	4 895
Лоток перфорированный PNK-100·50, (м)	52	83	4 316
Труба жёсткая ПВХ - 25 мм, (м)	5	18	90
Дюбель с шурупом 6·40 (100шт)	10	221	2 210
Дюбель-гвоздь 4·54 (шт)	1200	5	6 000
Стяжка 100·2,5 (100шт)	5	35	175
Итого:			74 756

Все цены взяты с официального источника http://www.nix.ru

Расчет заработной платы

Расчет заработной платы на предприятии ООО «Гидротехника» происходит по следующим пунктам.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1) Расчет заработной платы за месяц:

$$Зп_{мес} = ОКЛ \cdot К_{дмес} \quad (19)$$

где ОКЛ – оклад за месяц;

$К_{дмес}$ – количество рабочих дней в месяце, в среднем в месяце 22 рабочих дня.

$Зп_{мес} = ОКЛ \cdot К_{дмес} = 21\,000$ рублей заработная плата главного инженера-программиста за месяц;

$Зп_{мес} = ОКЛ \cdot К_{дмес} = 16\,000$ рублей заработная плата ведущего инженера за месяц;

$Зп_{мес} = ОКЛ \cdot К_{дмес} = 10\,000$ рублей заработная плата техника за месяц.

2) Расчет заработной платы за год:

$$Зп_{год} = Зп_{мес} \cdot К_{мес} \quad (20)$$

где $К_{мес}$ – количество месяцев в году.

$Зп_{год} = Зп_{мес} \cdot К_{мес} = 252\,000$ рублей заработная плата главного инженер программиста за год;

$Зп_{год} = Зп_{мес} \cdot К_{мес} = 192\,000$ рублей заработная плата ведущего инженера за год.

$Зп_{год} = Зп_{мес} \cdot К_{мес} =$

120 000 рублей заработная плата главного

техника за год.

Всего на заработную плату отчисляется 564 000 рублей.

3) Расчет отчислений на социальные нужды:

$$ОСН = Зп_{год} \cdot 30\% \quad (21)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$ОСН = Зп_{год} \cdot 30\% = 169\,200$ рублей общий расчет отчислений на социальные нужды.

Всего на социальные нужды отчисляется 169 200рублей.

Заработная плата на предприятии производится ежемесячно.

Расчет электрозатрат

При модернизации будет использовано следующее оборудование, которое указано в таблице 10 – Расход электроэнергии.

Таблица 10

Расход электроэнергии

Наименование оборудования	Количество часов работы	Количество потребляемой электроэнергии оборудованием, кВт/ч	Количество потребимой электроэнергии в день, кВт/ч
Перфоратор	2	0,8	1,6
Шуруповерт	3	0,4	Работает от аккумулятора
Электролобзик	2-3	0,34	1,02
Зарядка аккумулятора шуруповерта	4	0,015	0,06
Итого:			2,68

Расход электроэнергии в день	Расход электроэнергии при проведения монтажа	Затраты на электроэнергию при проведения монтажа
2,68 кВт	26,8 кВт	~126 р.

Расчет амортизационных отчислений

Амортизация в бухгалтерском учёте — процесс перенесения по частям стоимости основных средств и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции (работ, услуг).

Амортизационные отчисления - средства в виде денег, направляемых на ремонт или строительство, изготовление новых основных средств. Сумма амортизационных отчислений включается в издержки производства

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

(себестоимость) продукции и тем самым переходит в цену. Производитель обязан производить накопление амортизационных отчислений, откладывая их из выручки за проданную продукцию.

Норма амортизационных отчислений в свою очередь рассчитывается по формуле:

$$K = (1 : n) \cdot 100\% \quad (22)$$

где K - месячная норма амортизации в процентах; n - срок полезного использования основного средства в месяцах. На примере приведем расчет амортизации телекоммуникационного шкафа стоимостью 422 830. Расчет амортизационных отчислений приводится в таблице 20.

Таблица 11

Расчет амортизационных отчислений

Месяц	Стоимость (р.)	∑ А за 1 месяц (р.)	Остаточная стоимость (р.)
1	422830	7047.17	415782.83
2	415782.83	7047.17	408735.66
3	408735.66	7047.17	401688.49
4	401688.49	7047.17	394641.32
5	394641.32	7047.17	387594.15
6	387594.15	7047.17	380546.98
7	380546.98	7047.17	373499.81
8	373499.81	7047.17	366452.64
9	366452.64	7047.17	359405.47
10	359405.47	7047.17	352358.3
11	352358.3	7047.17	345311.13
12	345311.13	7047.17	338263.96
13	338263.96	7047.17	331216.79
14	331216.79	7047.17	324169.62

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Месяц	Стоимость (р.)	∑ А за 1 месяц (р.)	Остаточная стоимость (р.)
15	324169.62	7047.17	317122.45
16	317122.45	7047.17	310075.28
17	310075.28	7047.17	303028.11
18	303028.11	7047.17	295980.94
19	295980.94	7047.17	288933.77
20	288933.77	7047.17	281886.6
21	281886.6	7047.17	274839.43
22	274839.43	7047.17	267792.26
23	267792.26	7047.17	260745.09
24	260745.09	7047.17	253697.92
25	253697.92	7047.17	246650.75
26	246650.75	7047.17	239603.58
27	239603.58	7047.17	232556.41
28	232556.41	7047.17	225509.24
29	225509.24	7047.17	218462.07
30	218462.07	7047.17	211414.9
31	211414.9	7047.17	204367.73
32	204367.73	7047.17	197320.56
33	197320.56	7047.17	190273.39
34	190273.39	7047.17	183226.22
35	183226.22	7047.17	176179.05
36	176179.05	7047.17	169131.88
37	169131.88	7047.17	162084.71
38	162084.71	7047.17	155037.54
39	155037.54	7047.17	147990.37
40	147990.37	7047.17	140943.2
41	140943.2	7047.17	133896.03
42	133896.03	7047.17	126848.86
43	126848.86	7047.17	119801.69

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Месяц	Стоимость (р.)	∑ А за 1 месяц (р.)	Остаточная стоимость (р.)
44	119801.69	7047.17	112754.52
45	112754.52	7047.17	105707.35
46	105707.35	7047.17	98660.18
47	98660.18	7047.17	91613.01
48	91613.01	7047.17	84565.84
49	84565.84	7047.17	77518.67
50	77518.67	7047.17	70471.5
51	70471.5	7047.17	63424.33
52	63424.33	7047.17	56377.16
53	56377.16	7047.17	49329.99
54	49329.99	7047.17	42282.82
55	42282.82	7047.17	35235.65
56	35235.65	7047.17	28188.48
57	28188.48	7047.17	21141.31
58	21141.31	7047.17	14094.14
59	14094.14	7047.17	7046.97
60	7046.97	7046.97	0

Процент амортизации равен = 1.67%

Аналогичный расчет проводится по всему оборудованию.

Сводная смета затрат

Сводная смета затрат включает в себя все затраты которые были произведены при проектировании и модернизации ЛВС. Сводная смета затрат на модернизацию ЛВС представлена в таблиц 12.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 12

Сводная смета затрат на модернизацию ЛВС

Наименование затрат	Затраты, рублей
Перечень и стоимость оборудования телекоммуникационного шкафа	422 830
Комплектующие рабочих станций	537 112
ИБП и принтеры	183 780
Программное обеспечение	16 270
Стоимость СКС и сопутствующих материалов	74 756
Электрозатраты	126
Заработная плата	564 000
Социальные нужды	169 200
Итого:	1 968 074

В статье была разработана локальная вычислительная сеть с применением технологии оптической мультисервисной сети и элементами беспроводной связи, состоящая из рабочих станций и сервера, к достоинствам которого можно отнести простоту настройки, дешевизну компонентов.

Звездообразная топология, используемая в проекте, обеспечивает возможность централизованного управления сетью, обеспечивает простоту поиска вышедшего из строя узла. Следующим этапом построения комплексной системы информационной безопасности служит приобретение, установка и настройка рекомендованных средств и механизмов защиты информации.

Выбранная аппаратура позволила организовать связь между требуемыми пунктами, которая удовлетворяет всем поставленным требованиям. Разница между коэффициентом системы и величиной потерь на интервале составила запас на замирание, который полностью удовлетворил заданным качествам проектируемой сети.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Библиографический список

1. Ярочкин В.И. Информационная безопасность: учебник для вузов [Текст] / В. И. Ярочкин. – Москва: Академический проект, 2013. – С. 640.

2. Использовании беспроводных технологий в корпоративной компьютерной сети БГТУ им.В.Г. Шухова [Electronic resource]. http://www.bstu.ru/research/innovations/inform/proekt/wifi. - . доступ к данным: 2007

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 658.512.2, 658.512.26:004.9

Костылева В.В., Муртазина А.Р., Разин И.Б., Миронов В.П. Анализ структурных модулей и функциональных возможностей САПР легкой промышленности

Analysis of structural modules and functional capabilities of CAD light industry

Костылева Валентина Владимировна
доктор технических наук, профессор, зав. каф. ХМКиТИК,
Государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
Муртазина Альфия Рустямовна
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий,
Государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
Разин Игорь Борисович
кандидат технических наук, доцент, зав. каф. информационных технологий,
Государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
Миронов Владислав Петрович
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий,
Государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
Kostileva Valentina Vladimirovna
Dr. of Eng. Sc., Prof., department Chair DMC&TTL,
A.N. Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art)
Murtazina alfiya Rustyamovna
Candidate of Engineering Science, associate Professor of Information Technology
A.N. Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art)
Razin Igor Borisovich
Cand. of Eng. Sc., Asc. Prof., department Chair of Information Technology
A.N. Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art)
Mironov Vladislav Petrovich
Cand. of Eng. Sc., Asc. Prof., department Chair of Information Technology
A.N. Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art)

Аннотация. *Рассмотрены модули и функциональные возможности известных САПР, применяемых в легкой промышленности. Приведен анализ активности посетителей наиболее популярных поставщиков программного обеспечения. Показано, что САПР 2D- проектирования не утратили своей актуальности, предложено реализовать автоматический ввод информации, внедрив в блоки «Проектирование» и «Раскрой» средства технического зрения.*

Ключевые слова: *САПР, проектирование, легкая промышленность, программные модули, устройства ввода, оцифровка.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Abstract. *Modules and functional capabilities of known CAD systems used in clothing and footwear industry are considered. The above analysis of the activity of the most popular software vendors. It is shown that 2D CAD projects have not lost their relevance, the proposed automatic input of information can be realized by incorporating the means of technical vision into the blocks "Designing" and "Opening".*
Keywords. *CAD, design, light industry, software modules, input devices, digitization.*

В соответствии со стратегией развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года необходимо совершенствовать организацию производства путем внедрения новых технологий и инноваций. Графическая информация составляет основной объем проектной и конструкторской документации при разработке новых моделей изделий, поэтому автоматизация этих работ на базе ПК с применением средств компьютерной графики имеет исключительное значение. Пионерами использования технологий САПР для точного представления формы изделия являются автомобильная и аэрокосмическая промышленности. Это было время, когда требуемое специализированное программное и аппаратное обеспечение предоставлялось главным образом поставщиками САПР, и поэтому на фоне только-только нарождающихся технологий компьютерной графики были очень дорогими [1].

Такие САПР выполняли моделирование в 2D-пространстве. Но и сегодня 2D-проектирование по-прежнему остается актуальным. Результатом прогресса в технологии 3D-моделирования и развития программного обеспечения в середине 1980-х популярными становятся системы пространственного моделирования, которое базируется на создании каркаса модели с последующей визуализацией готового продукта путем наложения текстуры, света и тени, применения алгоритмов скрытия невидимых граней [2]. Твердотельное моделирование признано единственным способом, который может обеспечить однозначное представление продукта, однако он не пригоден для сложных соединений. Сегодняшние технологии твердотельного и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

поверхностного моделирования используются совместно. Такие системы предназначены для проектирования объектов, находящихся в динамике (механизмы, самолеты, машины и т.п.). Системы автоматизированного проектирования распространились в таких промышленных секторах как электроника, текстиль, упаковка, одежды, кожи и обуви и т.д.

Отчет аналитической компания Jon Peddie Research (JPR)о состоянии рынка CAD-решений свидетельствуето невысокой динамике роста продаж в период с 2009 по 2015 годы (рис. 1) [3].

На развитие CAD/CAM-решений повлиял экономический кризис 2008-2009, в результате которого возросла конкуренция, а потребитель стал более требователен к продукции. Поставщики были вынуждены охватывать новые области, развивать функциональные возможности предлагаемых решений, чтобы сохранить клиентов и привлечь новых.

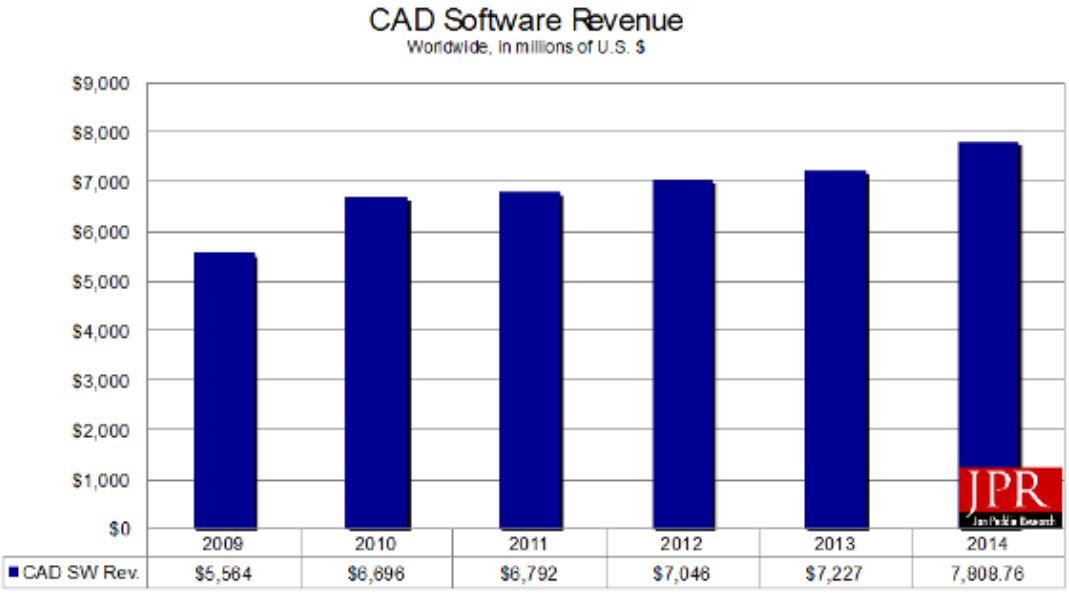


Рисунок 1. Продажи CAD-систем [3]

В тройку лидеров поставщиков САПР вошли ожидаемые компании: Autodesk, доля которой составляет 29%; DassaultSystèmes (22%), Siemens (11%) (рис. 2). По мнению вице-президента и главного редактора JPR Кэтлин Махер

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

(KathleenMaher) на рынке CAD/CAM-решений имеются ниши для новых компаний, которые могут привнести новые технологии, такие как моделирование, анализ, 3D-печать, визуализации, облачные системы, управления жизненным циклом изделия (PML) [3].

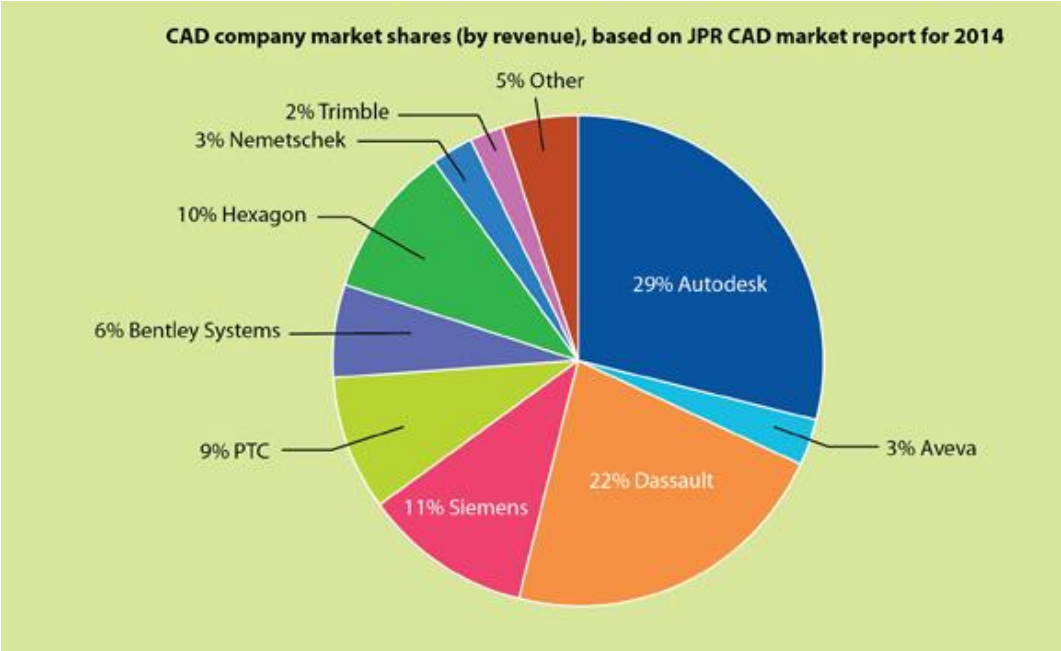


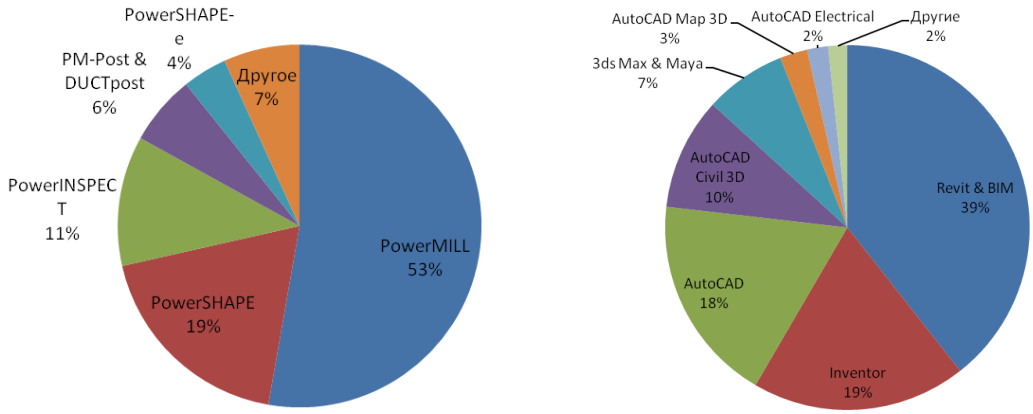
Рисунок 2. Доля на рынке (по доходам) поставщиков САПР[3]

Autodesk – американская корпорация, поставляющая программное обеспечение для архитектуры, строительства, индустрии развлечений, обрабатывающей промышленности и других сфер. В начале 1980 годов компания первой предложила на базе персонального компьютера программное решение AutoCAD, которое до сих пор сохранило свою популярность. Сегодня Autodeskпредлагает широкий спектр программного обеспечения для проектирования, инжиниринга и развлечений, а также линию программного обеспечения для потребителей, в том числе Sketchbook, Homestyler и Pixlr. 6 февраля 2014 года Autodesk сообщила о завершении сделки по приобретению Delcam, одного из лидирующих поставщиков программного обеспечения CAD /

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

CAM для промышленности. Было объявлено, что Delcam будет работать как дочерний независимый филиал Autodesk [4]. Компании предлагают решения для легкой промышленности, в частности и для обувной, Crispin, состоящее из нескольких пакетов: работа с колодкой (LastMaker), дизайн (ShoeMaker, SoleEngineer, ShoeStyle, VRED), производство обуви (Engineer, TechPac, StitchTec, ShoeCost, KnifeCut, PatternCut), индивидуальный пошив и ортопедическая обувь (OrthoModel, OrthoMill, EngineerOrtho, OrderManager, iQube)[5]. Как видно из перечисленного списка программных продуктов, решение Crispin охватывает полностью процесс проектирования и производства обуви, как для массового, так и для индивидуального производства.

Страницы с поддержкой и форумами на сайтах Autodesk и Delcamпозволяют провести анализ и построить диаграммы активности посетителей в зависимости от темы форума (рис. 3). Доля Crispin составляет всего 0.3%, а OrthoModel – 0.05%. Наиболее популярные программы Delcam:



а б

Рисунок 3. Диаграмма активности посетителей форумов Delcam (а) и Autodesk (б)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

PowerMILL – 53% ,PowerSHAPE – 19% , PowerINSPECT – 11% ;Autodesk: Revit & BIM – 39%, Inventor – 19% и AutoCAD – 18%.

Так исследование сайтов, посвященных такой отрасли легкой промышленности как обувной промышленности (использованы интернет-ресурсы: SimilarWeb [similarweb.com], pr-cy [http://pr-cy.ru/], prodvigator [https://prodvigator.ru], Google Тренды, alexa [http://www.alexa.com/]) показало, что основную аудиторию составляют граждане России (около 53%) и СНГ: Украина 39%, Беларусь 3%, Таджикистан 4% и Казахстан 1%). Из диаграммы видно, что посетителей интересует индивидуальное производство, и меньше всего вопросы автоматизации (рис. 4). Такая тенденция объясняется ростом экономической конкуренции и последствиями кризиса 2008-2009 годов. Производители вынуждены подстраиваться под требования заказчиков, чтобы сохранить и укрепить свою позицию на рынке. Максимально угодить клиенту можно лишь в случае изготовления индивидуальных или эксклюзивных товаров.

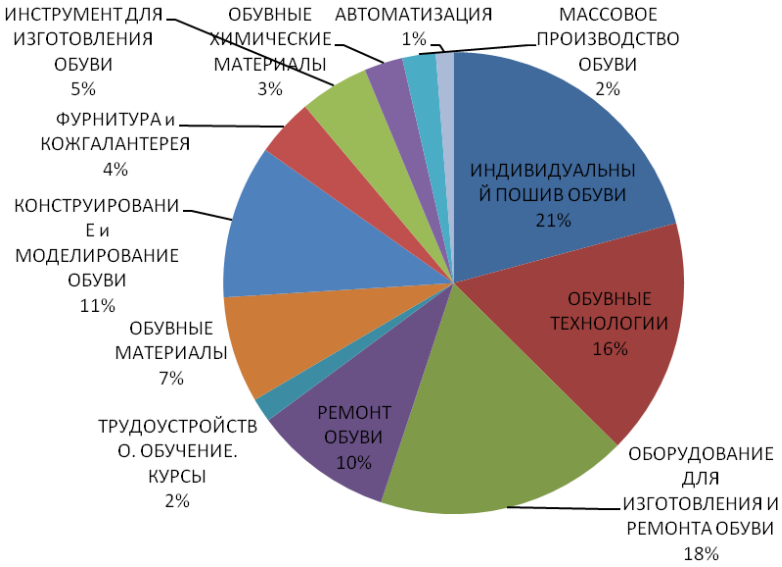


Рисунок 4. Диаграмма активности посетителей shoemasters

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Из сообщений пользователей становится ясным, что в настоящий момент известные САПР не могут полностью автоматизировать процесс изготовления изделия в силу нехватки необходимого оборудования.

Так 2-ое место по активности занимает тема «Оборудование для изготовления и ремонта обуви». Заметим, что такая проблема актуальна не только для рассматриваемой промышленности. На форуме ссср3d общаются специалисты в области CAD, CAM, CAE и PDM. Анализ сообщений выявил не только актуальность темы оборудования, но и других проблем (рис. 5).

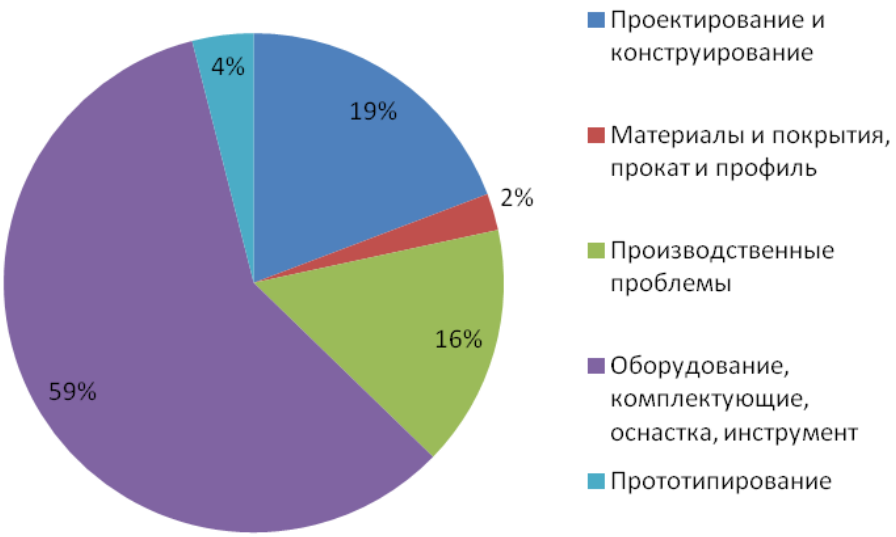


Рисунок 5. Диаграмма активности посетителей ссср3d3

Если рассматривать вопросы, касающиеся использования CAD, CAM, CAE, PDM и пр. систем, то здесь распределение примерно равномерное. Исключение составляет автоматизация и реинжиниринг бизнес-процессов (PDM, PLM, CALS и т.п), которые занимают 3% от общего числа (рис. 6). Таким образом, можно сделать вывод, что, хотя новые технологии и доступны, но фирмы не спешат их использовать.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

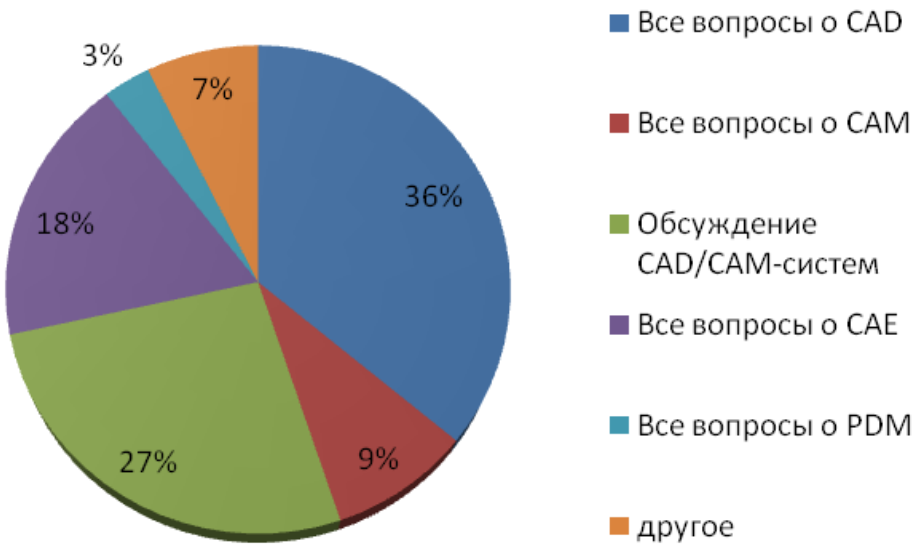


Рисунок 6. Диаграмма актуальности САПР в проектировании и производстве на основе ссср3d3

Вопрос использования конкретной САПР ещё более сложен, поскольку каждое предприятие руководствуется своими принципами при выборе программного обеспечения. Как правило, основными критериями являются: функциональные возможности, опыт применения, совместимость с другими системами, стоимость, поддержка в России и СНГ, репутация разработчика.

Внедрение САПР в производство позволяет повысить эстетический и технический уровень проектируемой продукции, способствует унификации и стандартизации изделий, расширяет их ассортимент, сокращает сроки проектирования, качественно меняет труд проектировщиков, обеспечивает использование машинных методов решения задач, связанных с выбором проектных ситуаций, разработкой конструкторско-технологической документации, изготовлением изделий на станках с числовым программным управлением.

Фирма «TESEO» утверждает, что по всему миру внедрено более 100 систем, в том числе на швейных, обувных и кожгалантерейных предприятиях, и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

представляет CD-диск с их наименованиями. Однако, несмотря на то, что она предлагает свои услуги на российском рынке более 5 лет, внедрений на отечественных предприятиях практически нет. Это объясняется двумя факторами: во-первых, ценой системы, которая в два-четыре раза превышает аналогичные российские разработки, а во-вторых - отсутствием положительных отзывов от отечественных производителей обуви. Несмотря на это, фирма продолжает предлагать свои услуги и уверена в скором успехе.

Чешская автоматизированная системы «ClassiCAD» включает семь программ, взаимосвязанных и совместимых между собой блоков САПР: CAD/Cobber, PAS-Cobber, Calc-Cobber и Classi-Base.

Pas-Cobber – система позволяет вносить изменения в конфигурацию отдельных деталей с целью минимизации расхода материала, производить автоматический расчет укладываемости с учетом различных вариантов размещении, расчетом нормы брутто и себестоимости для составления калькуляции.

Calc-Cobber – система для имитации раскладки на раскраиваемом материале, выполняющая точный расчет калькуляции модели, уже предназначенной для серийного производства.

Class-Base – модульная информационная система для технологической подготовки производства. Выполняет составление технико-экономической документации, технологические предписания цехам, определяет тарифы и зарплаты в цехах.

В числе плюсов системы можно отметить всесторонний подход к автоматизированному проектированию конструкторско-технологической подготовки производства.

Специализированные зарубежные САПР производства Италии, Чехии имеют в своем составе средства проектирования на плоскости и в пространстве,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

но в них отсутствует возможность автоматической генерации карт раскроя и не предлагаются средства для технологической подготовки производства. Кроме этого зарубежные системы имеют значительно более высокую стоимость, низкий уровень поддержки, несоизмеримо большие сроки и затраты на освоение.

Коммерческий пакет **Rhinoceros (Rhino)** Ошибка! Закладка не определена.предназначен для 3D моделирования, проектирования и создания анимации. Модели разрабатываются на основе NURBS, что позволяет быстро и точно строить сложные объекты от самолетов до ювелирных украшений. Программа поддерживает импорт и экспорт из разных форматов, в том числе и от 3D сканеров. Имеется возможность преобразования NURBS в полигональную сетку с последующим рендерингом. В пакете присутствуют инструменты для анализа и вычисления длины, площади, угла, моментов, центра тяжести и др. BRhinoceros много функций для реалистичной визуализации объекта: свет, текстура, прозрачность, материал, среда и др. Разработано множество плагинов для разных областей. Отметим, что превалирующее положение занимают зарубежные производители программного обеспечения. Это очевидно, послужило поводом для принятия мер по реализации плана импортозамещения и таким образом снизить зависимость от западных технологий производства. В соответствии с приказом Минкомсвязи России №96 от .....[№] максимальная доля импортного программного обеспечения ПО для промышленности (PLM, CAD,CAM, CAE) к 2020 должна составлять 60%, а к 2025 – 50% [6]. Наиболее проблемные области импортозамещения – сегменты рынка операционных систем (95%) и элементной базы. Таким образом, необходимо использовать программное обеспечение с открытым кодом на основе Linux.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Набор программных модулей САПР и тип используемого оборудования зависят от поставщика. На основе анализа распространенных программных пакетов можно выделить следующие базовые модули [7]:

- дизайнер (создание каталога, эскиза);
- проектирование базовых конструкций (выбор исходной информации, ввод опорных точек, формирование чертежа модели);
- проектирование новых конструкций (преобразование контуров базовой модели, трехмерное проектирование);
- подсистема основных лекал и лекал производных деталей (создание припусков, подкладки, вспомогательных лекал);
- градация лекал (аппроксимация контуров лекал, градация лекал, формирование чертежей лекал на все размеры и роста по базовому размеру и росту, расчет площади лекал на все размеры и роста проектируемой модели);
- проектирование схем раскладок (расчет суммарной площади лекал на модель, зарисовка раскладки лекал на заданные сочетания размеров и ростов, расчет процента межлекальных отходов);
- проектирование технологии и процесса производства (Разработка технологии изготовления проектируемой одежды или обуви);
- вывод на графическое или печатающее устройство;
- подсистема норм расхода материалов (расчет норм расхода всех видов материалов на изделия заданных размеров и ростов, расчет кусков материалов);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- формирование паспорта модели.

Традиционный способ ввода готовых лекал в компьютер предполагает использование дигитайзера. Чтобы контур воспроизводился с требуемой точностью, необходимо указывать точки на достаточно близком друг к другу расстоянии. Тем же способом оператор вводит в компьютер внутренние контуры, долевые, надсечки, оси симметрии. В разных швейных САПР процесс «сколки» лекал организован с разной степенью удобства. Но в любом случае процесс ручного ввода занимает значительное время в работе конструктора, и может привести к ошибкам [8].

Альтернативный метод ввода лекал выполняется с помощью специальной программы и цифрового фотоаппарата. Лекала разделяют на первичные и вторичные: первичные вводят через фотоаппарат, некоторые из них фотографируют по частям. В программе векторизуют контуры лекал и на их основе достраивают вторичные лекала (оформляют углы, надсечки, долевые, строят припуски, вводят спецификации лекал). Заметим, что все САПР обуви поддерживают только автоматический ввод лекал, а не чертежей.

Сегодня большинство САПР 2D-моделирования поддерживают автоматический ввод информации, однако он имеет ряд недостатков:

- требует предварительной подготовки: построение дополнительных линий, контрастный фон, обработка сканированного изображения (удаление шума, повышение контраста);
- алгоритм действует для готовых лекал, причем все вторичные линии (припуски, насечки) необходимо ввести после оцифровки.

В таблице 1 приведено сравнение модулей разных САПР.

Таблица 1

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Сравнение модулей разных САПР

№	САПР	Сайт	Модули					
			Д	О	К	Г	Р	Т
1	Shoemaster	http://www.shoemaster.co.uk/	+(3D)	Р,А	+	+	+	
2	Delcam	http://www.footwear-cadcam.com/home.asp	+(3D)	А	+	+	+	+
3	Audaces	http://audaces.com	+(3D)	А	+	+	+	
4	Fashion CAD	http://www.fashioncad.net/index.html		А	+	+	+	
5	GerberTechnology	http://www.gerbertechnology.com/	+(3D)	Р,А	+	+	+	+
6	Lectra	http://www.lectra.com/	+(3D)		+	+	+	
7	Nedsense	http://ng.nedsense.com	+(2D)	А				
8	Optitex	http://www.optitex.com/	+(3D)	Р	+	+	+	
9	АСКО-2Д	http://asko2d.narod.ru/	+		+	+	+	+
10	Грация	http://www.saprgrazia.com	+	-	+	+	+	+
11	АвтоКрой	http://www.autokroy.com	+	Р	+	+	+	
12	Morgan Dynamics	http://www.morgantecnica.it		А	+	+	+	
13	ShoesModel	http://www.mgudt.ru	+	+	+	+	+	+
14	Ассоль	http://assol.org	+	А	+	+	+	+
15	eleandr CAD	http://www.eleandr-soft.ru	+(2D)		+	+	+	+
16	ClassiCAD	http://www.classicad.cz		Р	+	+	+	
17	САПР "Технолог - Нормировщик"	http://sewcad.ru/discription.php						+

Условные обозначения:

Модули

Д – дизайнер	К – конструктор	Р – раскладка
О – оцифровка	Г – градация	Т – технология

Векторизация

А – автоматическая Р – ручная + модуль в наличии

Из таблицы 1 видно, что не все САПР поддерживают автоматический ввод информации о форме или лекалах. Отметим, что лишь в некоторых реализован модуль оцифровки чертежей, и то только с помощью дигитайзера.

Анализ этапов проектирования изделий легкой промышленности показывает, что автоматический ввод информации можно реализовать, внедрив в блоки «Проектирование» и «Раскрой» средства технического зрения. При этом высокую гибкость системы обеспечит отдельно сформированный модуль «Оцифровка» с необходимыми функциональными возможностями.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Библиографический список

1. Максимова И.А., Костылева В.В. Разработка и обоснование технологии изготовления специальной обуви в условиях массового производства – М.: МГУДТ, 2009.

2. Муртазина А.Р. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЕКТОРИЗАЦИИ ЧЕРТЕЖЕЙ // Сборник научных трудов аспирантов. Вып.20. – 2014.

3. Jon Peddie Research. отчет Cad 2015 // [сайт] URL: http://jonpeddie.com/ (дата обращения: 20/сентября/2015).

4. Autodesk. Autodesk завершает приобретение Delcam // [сайт] URL: http://news.autodesk.com (дата обращения: 20/сентября/2015).

5. Autodesk. Autodesk Inc // [сайт] URL: http://www.autodesk.com/ (дата обращения: 20/сентября/2015).

6. Минкомсвязь России. Приказ Минкомсвязи России «Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения» №96 // [сайт] URL: http://minsvyaz.ru/ru/documents/4548/ (дата обращения: 20/сентября/2015).

7. Мязина Ю.С., Лисиенкова Л.Н. САПР одежды: учебное пособие – Челябинск: ЮУрГУ, 2007.

8. Андреева М.В. НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВВОДА ЛЕКАЛ В КОМПЬЮТЕР – «ФОТОДИГИТАЙЗЕР» // Журнал "Швейная промышленность". – Выпуск 6. – 2001.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

СЕКЦИЯ 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 539.3

Капустин М.С., Павлова А.В., Телятников И.С. Моделирование напряженно-деформированного состояние упругого основания, взаимодействующего с поверхностными и заглубленными источниками вибрации

Modeling of the stress-strain state of an elastic base interacting with surface and buried sources of vibration

Капустин Михаил Сергеевич,
Кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры Математического моделирования,
Кубанский государственный университет
Павлова Алла Владимировна
Доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры Математического моделирования,
Кубанский государственный университет
Телятников Илья Сергеевич
Кандидат физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории Прикладной математики и механики,
Южный научный центр Российской академии наук
Kapustin Michael Sergeevich
Cand. of Phys.-Math. Sc., Associate Professor, Department of Mathematical modeling,
Kuban State University
Pavlova Alla Vladimirovna
Dr. of Phys.-Math. Sc., Professor, Department of Mathematical modeling,
Kuban State University
Telyatnikov Ilya Sergeevich
Cand. of Phys.-Math. Sc., Researcher, Laboratory of Applied Mathematics and Mechanics,
Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences

Аннотация. *Представлен полуаналитический метод расчета характеристик деформируемого основания в результате воздействия системы источников: внутренних и поверхностного. Рассчитаны возникающие в области контакта излучающей плиты и поверхности основания напряжения. Приведенный подход позволяет моделировать результаты воздействия вибрационных нагрузок на основание фундаментами различных типов.*

Ключевые слова: *упругий слой, установившиеся колебания, вертикальные заглубленные включения, поверхностная нагрузка, интегральное уравнение первого рода, метод фиктивного поглощения*

Abstract. *The authors presented a semi-analytical method for calculating the characteristics of a deformable base as a result of the influence of a system of sources: internal and superficial. We calculated the stresses arising in the region of contact between the radiating plate and the surface of the elastic base. This approach allows modeling the results of the impact of vibration loads on the deformable base of various types of foundations.*

Keywords: *elastic layer, steady-state oscillations, vertical buried inclusions, surface loading, integral equation of the first kind, fictitious absorption method*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Проблемы изучения геологических материалов при вибрационных воздействиях различной природы имеют большое значение для разнообразных направлений хозяйственной деятельности. В частности, анализ состояния оснований непосредственно связан с решением проблемы сейсмостойкого строительства. Формулировка критериев устойчивости сооружений и определение их прочностных характеристик опирается на применение различных теоретических и экспериментальных методов. Разработка конструктивных схем фундаментов требует знания пространственного и временного распределения напряжений в основании. Для расчета взаимодействующих с грунтовой средой конструкций необходимо проводить анализ деформаций основания, так как последние оказывают существенное влияние на работу всего сооружения в целом.

Современные методы исследования динамических контактных задач теории упругости, моделирующих состояние оснований и фундаментов, включают разнообразные подходы [1–4]. Чаще всего используются численные методы, не всегда позволяющие обнаружить влияние на решение отдельных параметров задачи. В работе рассматривается задача о вибрации упругого основания под действием вертикально ориентированных внутренних нагрузок и поверхностной плиты, моделирующая установившиеся колебания системы основание – фундамент. Использование полуаналитических методов определения характеристик напряженно-деформированного состояния упругой среды позволило провести расчет напряжений в области контакта основания и подошвы излучающей плиты, когда генерируемые анкерными колоннами поля перемещений и напряжений, взаимодействуя с основным полем в упругом основании, могут либо усиливать его, либо ослаблять.

Целью работы являлось определение контактных напряжений, возникающих в упругом основании, возбуждаемом поверхностной нагрузкой и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

вертикально ориентированными включениями, исследование влияния характеристик заданных нагрузок на их распределение.

В осесимметричной постановке рассматривается задача об установившихся (с частотой ω) колебаниях на поверхности упругого слоя толщины *h*, сцепленного с недеформируемым основанием, круглого невесомого жесткого штампа. Смещения точек среды в цилиндрической системе координат описываются вектором амплитуд перемещений $\mathbf{u}=\{u_1,u_2\}$, удовлетворяющим уравнениям Ляме. В области контакта штампа радиуса *a* со средой $\{r\le a,\ z=0\}$ трение отсутствует. На штамп действует приложенная в центре вертикальная гармоническая нагрузка $\mathbf{P}=\{0,P\exp(-\mathrm{i}\omega t)\}$. Распределение контактных напряжений под штампом, описываемое функцией $q_*(r)$, неизвестно. Кроме того, по окружности радиуса r_0 в слое расположена группа совершающих колебания вертикально ориентированных заглубленных включений длины h_0, образующих цилиндрическую поверхность: $r=r_0$ $(r_0>a)$, $-h_0\le z\le 0$. Нагрузка на включениях считается распределенной по глубине. В качестве таковой задаются компоненты объемной силы. Постановка задачи позволяет воспользоваться соотношениями, представленными в [5–7], для вектора перемещений $\mathbf{u}=\{u_r,u_z\}$ задачи о колебаниях системы вертикальных внутренних источников под действием распределенной по их длине нагрузки, моделируемой δ-функцией Дирака $X_r=\mathrm{Re}\left[f_r(z)\delta(r-r_0)\exp(-\mathrm{i}\omega t)\right]$, $X_z=\mathrm{Re}\left[f_z(z)\delta(r-r_0)\exp(-\mathrm{i}\omega t)\right]$.

Для определения напряжения в области контакта штампа с упругим основанием построено интегральное уравнение типа Фредгольма первого рода в виде

$$\int_0^a k(r,\tau)q_*(\tau)\tau\mathrm{d}\tau=u_z(r,0)-A(r),\ 0\le r\le a, \qquad (1)$$

где

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$k(r,\tau)=\int_{\sigma_0} K(\alpha)J_0(\alpha r)\alpha d\alpha\,,\ A(r)=\int_0^{\infty} U(\alpha)J_0(\alpha r)\alpha d\alpha\,,$$

$$K(\alpha)=\frac{\kappa_2^2}{4\rho c_2^2\bar{\Delta}(\alpha)}\sigma_1\left(\alpha^2 \mathrm{ch}(\sigma_1 h)\mathrm{sh}(\sigma_2 h)-\sigma_1\sigma_2 \mathrm{sh}(\sigma_1 h)\mathrm{ch}(\sigma_2 h)\right),$$

$$\bar{\Delta}(\alpha)=\sigma_1\sigma_2\left(s^2+\alpha^4\right)\mathrm{ch}(\sigma_1 h)\mathrm{ch}(\sigma_2 h)-\alpha^2\left(s^2+\sigma_1^2\sigma_2^2\right)\mathrm{sh}(\sigma_1 h)\mathrm{sh}(\sigma_2 h)-2s\alpha^2\sigma_1\sigma_2$$

$U(\alpha)$ – трансформанта Бесселя от перемещений, вызванных вибрацией включений,

$$U(\alpha)=\frac{r_0 J_0(\alpha r_0)}{4\rho c_2^2\bar{\Delta}(\alpha)}\left(\sigma_1\left(\alpha^2\sigma_1\sigma_2\exp(\sigma_1 h)-s\chi_2^+\right)\varphi_{z1}^-(-h_0)+\right.$$

$$+\alpha^2\sigma_1\left(s\exp(\sigma_2 h)-\phi_1^+\right)\varphi_{z2}^-(-h_0)-\sigma_1\left(\alpha^2\sigma_1\sigma_2-s\exp(\sigma_2 h)\chi_2^-\right)\varphi_{z1}^+(-h_0)-$$

$$-\alpha^2\sigma_1\left(s+\exp(\sigma_1 h)\phi_1^-\right)\varphi_{z2}^+(-h_0)\,,\ \varphi_{zk}^{\mp}(\beta)=\int_0^{\beta} f_z(\zeta)\exp(\mp\sigma_k\zeta)d\zeta\quad (k=1,2)\,,$$

где $\chi_2^{\pm}=\sigma_1\sigma_2\mathrm{ch}(\sigma_2 h)\pm\alpha^2\mathrm{sh}(\sigma_2 h)$, $\phi_1^{\pm}=\sigma_1\sigma_2\mathrm{sh}(\sigma_1 h)\pm\alpha^2\mathrm{ch}(\sigma_1 h)$; $s=\alpha^2-0{,}5\kappa_2^2$, $\sigma_j=\sqrt{\alpha^2-\kappa_j^2}$, $\kappa_j^2=(\omega/c_j)^2\quad (j=1,2)$, κ_j – соответственно волновые числа продольной и поперечной волн, $c_1=\sqrt{(\lambda+2\mu)/\rho}$, $c_2=\sqrt{\mu/\rho}$, λ, μ – коэффициенты Ляме, ρ – плотность упругого слоя; J_0 – функция Бесселя первого рода. Форма контура интегрирования σ_0 определяется принципом предельного поглощения [8–9].

В качестве вспомогательного для построения решения (1) используется интегральное уравнение

$$\int_0^a k(r,\xi)q_\eta(\xi)\xi d\xi=J_0(\eta r)\,,\ 0\le\tau\le a\,, \qquad (2)$$

решение которого строится методом фиктивного поглощения [9,10].

Свойства функции $K(\alpha)$ определяются типом упругой среды, для случая упругого слоя она обладает следующими свойствами. $K(\alpha)$ является мероморфной функцией в комплексной плоскости, четным образом зависит от параметра α. На вещественной оси у нее может быть конечное число вещественных полюсов p_k и нулей z_k $(k=\overline{1,N})$. Кроме того, функция $K(\alpha)$ имеет

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

счетное множество комплексных z_k, p_k $(k=\overline{N+1,\infty})$ [8–10]. При этом $K(\alpha)=\frac{C}{|\alpha|}\left[1+O\left(\alpha^{-1}\right)\right]$ при $|\alpha|\to\infty$.

Согласно схеме метода фиктивного поглощения, функция $K(\alpha)$ представляется как $K(\alpha)=K_0(\alpha)\Pi(\alpha)$. Асимптотическое поведение символа ядра определяет выбор функции $K_0(\alpha)$, учитывается также возможность ее точной факторизации. Для функция $\Pi(\alpha)$ строится рациональное приближение $\Pi(\alpha,N)=\prod_{k=1}^{N}\left(\alpha^2-z_k^2\right)\left(\alpha^2-p_k^2\right)^{-1}$, где $\pm z_k$ – нули, $\pm p_k$ – полюса функции $K(\alpha)$. Функция $\Pi(\alpha,N)=1+O\left(\alpha^{-1}\right)$ при $|\alpha|\to\infty$. При этом вводится новая неизвестная функция p соотношением

$$q_\eta(r)=p(r)+\varphi(r),\ 0\le r\le a.$$

Здесь присутствует функция φ, которая содержит неизвестные, имеющие меньшую размерность, чем q_η. Следуя схеме метода фиктивного поглощения, при построении $\varphi(r)$ может быть использована любая полная система линейно независимых функций. Так как в результирующей формуле введенная функция $\varphi(r)$ стоит под интегральными операторами, в качестве линейно независимых функций могут быть выбраны δ-функции Дирака, а также их производные.

В отличие от использованного в [10] варианта, в качестве $\varphi(r)$ выбрана следующая функция:

$$\varphi(r)=\sum_{k=1}^{N}G_k(L)C_k\delta(r-a),\ L=-\left(\frac{1}{r}\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}r}\left(r\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}r}\right)\right).$$

Здесь $G_k\left(\alpha^2\right)$ имеют вид: $G_k\left(\alpha^2\right)=\left(\alpha^2-p_1^2\right)\ldots\left(\alpha^2-p_{k-1}^2\right)\left(\alpha^2-p_{k+1}^2\right)\ldots\left(\alpha^2-p_N^2\right)$, C_k – неизвестные константы, нуждающиеся в определении.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

С точностью до постоянного множителя, описывающего поведение функции $K(\alpha)$ на бесконечности, решение интегрального уравнения (2) с правой частью $J_0(\eta r)$, где $\operatorname{Im}\eta = 0$, $\eta > 0$, запишется в виде

$$q_\eta(r) = J_0(\eta r)K^{-1}(\eta) + 0{,}5\mathrm{i}\pi a K_0^{-1}\sum_{l=1}^{N}\beta_l J_0(z_l r)G_1(\eta, z_l) - 0{,}25a\pi^2\sum_{k=1}^{N}g_k\sum_{l=1}^{N}\beta_l J_0(z_l r)G_2(z_l, p_k) +$$

$$+b(\eta)\left(\frac{\exp(-B(a-r))}{\sqrt{a^2-r^2}} + \mathrm{i}\pi\sqrt{\frac{a\varepsilon}{2}}\sum_{l=1}^{N}\beta_l H_0^1(z_l a)J_0(z_l r)\right) +$$

$$+\sqrt{\frac{a\pi}{2}}\sum_{k=1}^{N}\frac{g_k}{\sqrt{B-\mathrm{i}p_k}}H_0^1(p_k a)\left[\mathrm{i}\frac{\exp(-B(a-r))}{\sqrt{a^2-r^2}} - \sqrt{\frac{a\varepsilon}{2}}\sum_{l=1}^{N}\beta_l J_0(z_l r)H_0^1(z_l a)\right].$$

Здесь использованы обозначения [10]

$$G_1(\eta, z) = \left[\eta J_{n+1}(\eta a)H_n^1(za) - zJ_n(\eta a)H_{n+1}^1(za)\right]\left(\eta^2 - z^2\right)^{-1},$$

$$G_2(z, p) = \left[pH_{n+1}^1(pa)H_n^1(za) - zH_n^1(pa)H_{n+1}^1(za)\right]\left(z^2 - p^2\right)^{-1},\ \varepsilon = 1/B,$$

$$b(\eta) = \sqrt{\frac{a}{2\pi}}\left[H_0^1(\eta a)\sqrt{B+i\eta} + H_0^2(\eta a)\sqrt{B-i\eta}\right],$$

$\beta_l = \prod_{k=1}^{N}\left(z_l^2 - p_k^2\right)\prod_{\substack{k=1\\k\neq l}}^{N}\left(z_l^2 - z_k^2\right)$, $K_0(\alpha) = \left(\alpha^2 + B^2\right)^{-1/2}$, ***B*>>1**, H_0^j – функции Ханкеля $(j = 1, 2)$.

Систему алгебраических уравнений для определения имеющих неизвестные множители g_k можно записать следующим образом:

$$\sum_{k=1}^{N}g_k\left[\left(p_k H_1^1(ap_k)J_0(a\alpha) - \alpha H_0^1(ap_k)J_1(a\alpha)\right)\left(\alpha^2 - p_k^2\right)^{-1} - 2\sqrt{\frac{\varepsilon}{\pi(B-\mathrm{i}p_k)}}H_0^1(ap_k)J_0(a\alpha)\right] =$$

$$= \frac{2}{\mathrm{i}\pi}\frac{\sqrt{B^2+\eta^2}}{\alpha^2-\eta^2}\left[\eta J_1(a\eta)J_0(a\alpha) - \alpha J_1(a\alpha)J_0(a\eta)\right] - \frac{2}{\mathrm{i}\pi}\sqrt{\frac{2\varepsilon}{a}}J_0(a\alpha)b(\eta),\ \alpha = z_l,\ l = \overline{1, N}.$$

Эффективность факторизационного метода решения интегральных уравнений, применяемого для сред с поглощением, связана со степенью деформации контуров интегрирования и определяется значением параметра *B*. При этом, чем больше значение *B*, тем меньший порядок имеют отбрасываемые члены [9, 10]. В расчетах положено $B = 10$.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

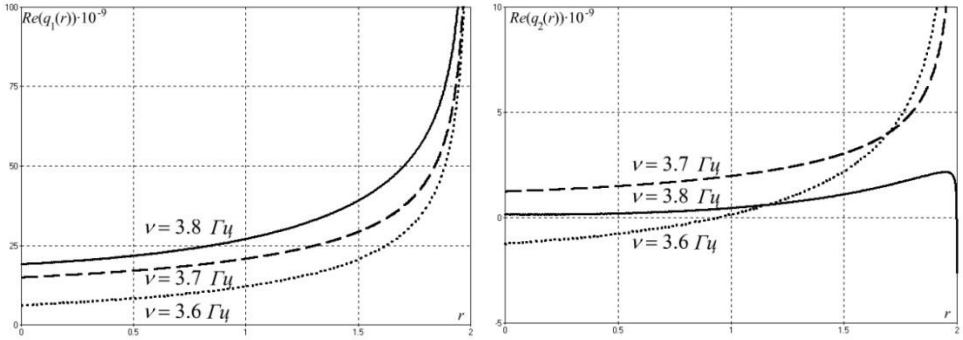
Используя решение, полученное для единичной правой части $q_0(r)$ ($q_0(r)=q_\eta(r)$ при $\eta=0$), построено выражение для создаваемых заглубленными включениями напряжений под штампом

$$q_2(r)=-\int_0^\infty U(\alpha)q_0(r)J_0(\alpha r)\alpha \mathrm{d}\alpha .$$

В силу линейности постановки решение исходной задачи представляется в виде суммы

$$q_*(r)=q_0(r)+q_2(r) .$$

Характер распределения контактных напряжений под штампом, определяется совокупностью параметров системы: размеров источников, характера функции распределения нагрузки на включениях и частоты колебаний. Рисунок 1 иллюстрирует зависимости действительной части контактных напряжений, создаваемых штампом $q_0(r)$ (а) и включениями $q_2(r)$ (б), от частоты колебаний, характеристики упругого слоя: $c_1=0.2\cdot10^3$ м/с , $c_2=0.12\cdot10^3$ м/с , $\rho=1.4\cdot10^3$ кг/м^3 , $h=20$ м.



а б

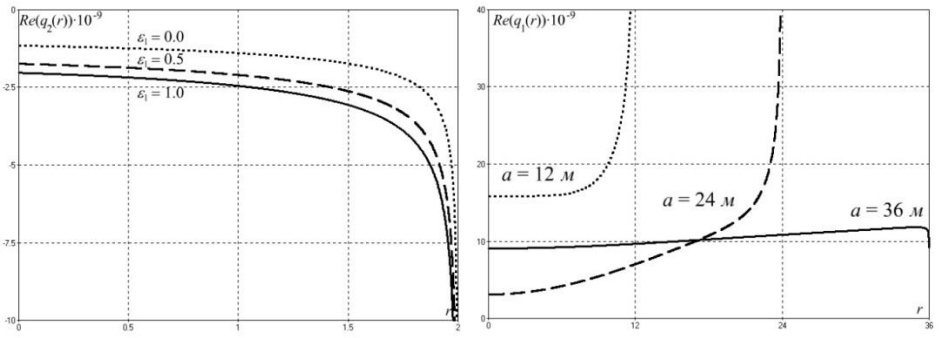
Рисунок 1. Распределение контактных напряжений в зависимости от частоты колебаний при $a=2$ м; (б): $h_0=10$ м, $r_0=2$, $\varepsilon_1=1$

При низких частотах вибрации наличие вертикальных включений незначительно влияет на характер напряжений. Для описания распределения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

нагрузки на включениях использовалась линейная функция $f_z(z) = 2r_0^{-1}(1+\varepsilon_1)^{-1}\left((\varepsilon_1 - 1)zr_0^{-1} + 1\right)$. В рассматриваемом диапазоне частот заданная на включениях функция нагрузки не оказывает значимого влияния на характер напряжений под штампом и их величину ($\varepsilon_1 = 0;\ 0.5;\ 1$). На рисунке 2 (а) представлены зависимость вещественной части $q_2(r)$ от коэффициента ε_1 для частоты $\nu = 4$ Гц, $a = 2$ м, $r_0 = 2$ м, $h_0 = 10$ м. Рисунок 2 (б) позволяет оценить влияние на величину контактных напряжений размеров штампа при той же частоте колебаний $\nu = 4$ Гц.

Задачи разработки критериев оценки состояния комплекса основание–фундамент, а также поверхностных сооружений взаимосвязаны с проблемами создания конструктивных схем фундаментов. Данные о временном и пространственном распределении напряжений в деформируемом основании могут оказаться полезными в инженерной практике. В работе представлен способ изучения результатов воздействия вибрационных нагрузок на основание через плитно-свайные фундаменты, которые дают возможность изучить закономерности распределения контактных напряжений, возникающих в упругом слое, возбуждаемом поверхностной нагрузкой и вертикально ориентированными включениями.



а б

Рисунок 2. Распределение контактных напряжений под штампом при изменении нагрузки на включениях (а) и размеров штампа (б)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Описанный подход к решению задачи для однородного упругого основания может быть обобщен для случая слоистого основания, а также основания с дефектами типа плоских включений и трещин, расположенных в параллельных плоскостях. Полученные результаты могут быть использованы при исследованиях особенностей динамических режимов функционирования сооружений, направленных на предупреждение и минимизацию возможных последствий техногенных и естественных катастроф, вызванных различными технологическими и природными виброисточниками.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ и Администрации Краснодарского края 16-41-230184р_а.

Библиографический список

1. Саргсян А.Е. Расчетная модель свайных фундаментов с учетом эффекта их взаимодействия с грунтовой средой / А.Е. Саргсян, В.С. Геращенко, Н.Н. Шапошников // Вестник МГСУ. – 2012. – № 4. – С. 69–71.

2. Фиораванте В. Физическое моделирование плитно-свайных фундаментов / В. Фиораванте, М.Б. Ямиолковский // Развитие городов и геотехническое строительство. – 2006. – № 10. – С. 200–206.

3. Muir Wood D. Group effects in stone column foundations: model tests /D. Muir Wood, W. Hu, D.F.T. Nash // Geotechnique. – 2000. – Vol. 50, № 6. – P. 689–698.

4. Ambily A. P. Behaviour of stone columns based on experimental and FEM analysis /A.P. Ambily, S.R. Gandhi // Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. – 2007. – Vol. 133. № 4. – P. 405–415.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

5. Капустин М.С. К моделям расчета напряженно-деформированного состояния комплекса основание–фундамент при динамических воздействиях / М.С. Капустин, А.В. Павлова, С.Е. Рубцов, И.С. Телятников // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2013. – № 4. – С. 33–35.

6. Kapustin M. Model of foundation-base system under vibration load /M. Kapustin, A. Pavlova, S. Rubtsov, I. Telyatnikov // Communications in Computer and Information Science (CCIS). – 2014. – V. 487. – P. 168–173.

7. Пряхина О. Д. Колебания полупространства при наличии системы жестких включений / О.Д. Пряхина, А.В. Смирнова, А.А. Евдокимов, М.С. Капустин // ДАН. – 2003. – Т. 389, вып.1. – С. 193–197.

8. Ворович И. И. Динамические смешанные задачи теории упругости для неклассических областей / И.И. Ворович, В.А. Бабешко. – М.: Наука, 1979. – 319 с.

9. Бабешко В. А. Обобщенный метод факторизации в пространственных динамических смешанных задачах теории упругости. – М.: Наука, 1984. – 265 с.

10. Ворович И.И. Динамика массивных тел и резонансные явления в деформируемых средах / И.И. Ворович, В.А. Бабешко, О.Д. Пряхина. – М.: Научный мир, 1999. – 248 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 551.46 (262.54+262.5)

Харьковский В.М. Гидрохимические исследования Таганрогского залива и Азовского моря зимой 2017 г.

Hydro-chemical investigations of Taganrog Bay and the Azov Sea in winter 2017

Харьковский Владимир Михайлович
Кандидат химических наук, старший научный сотрудник,
Южный научный центр Российской академии наук,
г. Ростов-на-Дону
Harkovskiy Vladimir Mihaylovich
Ph.D., Senior Researcher,
Southern Scientific Centre
Russian Academy of Sciences,
Rostov-on-Don city

Аннотация. *Рассматриваются вопросы состояния вод Таганрогского залива и Азовского моря в зимний период по гидрохимическим показателям. Приводятся данные наблюдений по кислородному режиму и содержанию биогенных компонентов. Установлено, что концентрации биогенных элементов уменьшаются по мере удаления от устья р. Дон. Зарегистрированные концентрации нефтепродуктов в воде свидетельствуют о достаточно высоком уровне загрязнения в зимний период.*

Ключевые слова: *гидрохимические показатели, биогенные элементы, кислородный режим, нефтепродукты*

Abstract. *Consider the problems of the state of waters in the Gulf of Taganrog and the Azov sea winter by hydro-chemical indicators. The article gives observations on oxygen conditions and the content of biogenic components. It was found that the concentrations of nutrients decrease with distance from the mouth of the river. Don. Registered concentration of petroleum products in water which showed a fairly high level of pollution in the winter.*

Keywords: *Hydro-chemical indicators, nutriets, oxygen regime, petroleum products*

Начиная с 2007, Южный научный центр ежегодно проводит более пяти морских экспедиций в различные сезоны года [1,2]. Гидрохимические исследования в Таганрогском заливе проводили в январе и феврале 2017 г. на ледоколе «Капитан Демидов». Определение химических параметров качества воды проводили на борту судна с использованием портативных приборов контроля, а также в береговой лаборатории после отбора проб и доставки их в

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

лабораторию. Измерения на борту выполняли частично во время работ на станции после отбора проб, а также в периоды перемещения между станциями.

Для проведения гидрохимических исследований в период январской экспедиции было отобрано 18 проб на каждый показатель. Пробы, отобранные во время рейса, проанализированы на содержание растворенного кислорода и минеральных форм биогенных компонентов. В береговую лабораторию доставлены 18 проб для определения нефтепродуктов, 18 проб для определения общих форм азота и фосфора, фильтры для определения хлорофилла-А (11шт). В период февральской экспедиции было отобрано 28 проб на каждый показатель. Содержание минеральных форм биогенных компонентов определяли в береговой лаборатории с помощью проточного измерителя биогенных элементов San^{++}. В береговую лабораторию также доставлены 7 проб для определения нефтепродуктов, 28 проб для определения общих форм азота и фосфора, фильтры для определения хлорофилла-А (8 шт.). На всех станциях, как в январе, так и в феврале было проведено зондирование для определения солености и температуры воды, а также определен водородный показатель.

Первый этап экспедиции 21-31 января характеризовался влиянием антициклона с запада и циклонического вихря. Второй этап наоборот характеризовался влиянием антициклона с севера и затоком воздушных масс с северо-востока. 14-15 февраля наблюдалось прохождения штормового циклонического вихря. Если первый этап характеризовался действием ветрового поля с запада, то второй в период съемки в Таганрогском заливе имел северо-восточное составляющее. В то же время во второй период 14-15 февраля при прохождении штормового циклона, наблюдалось усиление юго-западного ветра.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Колебание уровня моря 21-29 января (действие западных воздушных масс) от 24 до -17см. Второй период 9-10 февраля сгонное явление, уровень колебался от - 41см до - 100 см. В это же время в южной части Азовского моря наблюдалось наоборот повышение уровня. При прохождении штормового нагона 14-15 февраля уровень моря повысился на 70см. Прохождение нагонной волны наблюдалось так же в районе Приморско-Ахтарска, уровень повысился на 52см. В районе Темрюка наблюдался наоборот сгон.

Основную водную массу поверхностного слоя Азовского моря занимают переохлаждённые воды с отрицательными значениями. Максимальная температура воды наблюдалась как в первый период экспедиции, так и во второй в Таганрогском заливе. Район с аномально теплой водой совпадает с местом разгрузки и выходом субмаринных пресноводных источников. В общей водной массе поверхностного слоя преобладают солёные воды – 74%. Переходные (солоноватые) составили 18%, а пресноводные воды всего 8%. Если рассмотреть отдельно водную массу поверхностного слоя Таганрогского залива то соотношение следующее: 39% составили соленые воды, 42% переходные (солоноватые) и 18% пресные.

Максимальная соленость наблюдалась в Керченском проливе и в Азовском море более 16PSU. На границе Таганрогского залива и Азовского моря соленость составила 15,8PSU. Максимальная соленость непосредственно в Таганрогском заливе составила 13,6PSU. В общей водной массе Азовского моря наблюдается постепенный переход пресных вод с температурой чуть выше нуля, к соленым морским водам, с отрицательными значениями температуры воды.

Пространственное распределение pH обусловлено особенностями режима карбонатно-кальциевого равновесия Азовского моря, особенностями циркуляции вод, вспышками жизнедеятельности планктона. В

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

пространственном распределении pH в воде Таганрогского залива по результатам январской съемки наблюдается увеличение значений по направлению от устья к морю вплоть до банки Должанской косы (от 8,66 до 8,74). В районе косы значения водородного показателя составляют 8,56 – 8,66. В дельте Дона значения pH ниже (8,56), чем в целом по Таганрогскому заливу. Во время проведения февральской экспедиции значения водородного показателя в Таганрогском заливе зарегистрированы на более низком уровне: от 8,01 до 8,71. При этом, каких либо закономерностей, связанных с местом отбора проб и значением pH не наблюдается. В собственно Азовском море значения pH в период 10 – 11 февраля составляет от 7,98 до 8,71. В период же 15 – 18 февраля, значения водородного показателя еще ниже: 7,62-8,08.

Исследование закономерностей формирования растворенного кислорода и распределение его концентраций по акватории Таганрогского залива в январе 2017 г. свидетельствует, что диапазон его концентраций находится в достаточно узких пределах: 13,24 – 14,26 мг/л. Режим растворенного кислорода в поверхностном слое исследуемого района, недефицитен. Насыщение воды кислородом находится в значениях от 100,3 до 108,9 % . В период февральской экспедиции, разброс значений содержания растворенного кислорода в Таганрогском заливе, достаточно высокий: от 11,93 до 21,43 мг/л . Насыщение воды кислородом составляет: 91,5-146,3 % . Следует заметить, что как максимальное, так и минимальное значение содержания растворенного кислорода были зарегистрированы в восточной части Таганрогского залива с разницей в 4 дня: 9 и 13 февраля, соответственно.

В собственно Азовском море содержание растворенного кислорода изменяется также в достаточно больших пределах: от 11,25 мг/л в центральной части моря до 17,57 мг/л в Керченском предпроливье. Насыщение воды кислородом составляет 89,7 – 119,9 %.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

С речным стоком в водоемы поступают питательные соли в растворенном и взвешенном состоянии – биогенные элементы, которые необходимы для развития фитопланктона. К биогенным элементам относятся соли азота, фосфора и кремния.

Распределение концентраций аммонийного иона (NH_4^+), нитратов (NO_3^-), фосфатов (PO_4^{3-}) и силикатов (SiO_3^{2-}) в поверхностном горизонте вод Таганрогского залива в период январской экспедиции идентично: постепенное уменьшение от устья р. Дон к морю. Так содержание ионов аммония уменьшается от 0,264 мгN/л в предустье до <0,02 мгN/л в районе Должанской косы. В дельте Дона концентрация ионов аммония составила 0,383 мгN/л (морской порт Азова) и 0,390 мгN/л (устье Дона).

Концентрация нитрат-иона в поверхностном слое воды Таганрогского залива в январе 2017 г. уменьшалась по мере удаления от устья реки Дон от 0,182 мгN/л до 0,021 мгN/л . В дельте Дона во время январской экспедиции содержание нитратов составило 0,383 мгN/л и 0,390 мгN/л. В феврале 2017 г. в воде Таганрогского залива нитраты обнаружены в значительно более высоких концентрациях – от 0,104 до 1,872 мгN/л . В собственно Азовском море в феврале 2017 г. концентрация нитратов находилась в диапазоне: 0,028-0,206 мгN/л.

Значительное уменьшение концентрации от устья к морю наблюдается для фосфатов и силикатов. В период январской экспедиции уменьшение концентрации фосфатов составило от 0,136 до 0,011 мгP/л и силикатов от 3,88 до 0,38 мгSi/л, соответственно. В дельте Дона концентрация фосфатов составила 0,175 и 0,152 мгP/л, силикатов – 3,96 и 4,09, морской порт Азова и устье Дона, соответственно. В период экспедиции на ледоколе в феврале 2017 г. концентрация фосфатов в воде Таганрогского залива составила 0,005-0,092 мгP/л, а силикатов: 0,81-4,97 мгSi/л . В собственно Азовском море в феврале

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

2017 г. содержание фосфатов обнаружено на уровне: 0,005-0,042 мгР/л и силикатов: 0,02-0,36 мгSi/л.

В поверхностном слое воды Таганрогского залива в январе 2017 г. содержание нитрит-ионов находится в диапазоне от 0,004 до 0,015 мгN/л. При этом содержание нитритов в концентрации 0,015 и 0,011 мгN/л зарегистрировано на двух станциях в предустьевом районе залива. На остальных станциях концентрация нитритов находится на достаточно низком уровне – от 0,004 до 0,008 мгN/л, что, по-видимому, свидетельствует о низкой активности продукционных процессов в данный период. В дельте Дона концентрация нитрит-иона составляет 0,017 мгN/л. В феврале 2017 г. концентрация нитритов в воде Таганрогского залива составила 0,001-0,028 мгN/л, в воде собственно Азовского моря: 0,001-0,008 мгN/л.

По полученным результатам, основной вклад в валовое содержание, как фосфора, так и азота вносят растворимые формы этих элементов: от 63 до 98 % по фосфору и от 57 до 96 % по азоту.

Определение содержания хлорофилла-А в воде Таганрогского залива в январе 2017 г. проводили спектрофотометрическим методом, и его концентрация составила 0,6 – 10,4 мкг/л. Следует отметить, что даже это даже это незначительное содержание хлорофилла-А свидетельствует о прохождении процесса фотосинтеза подо льдом. Подтверждением чему является высокое насыщение воды кислородом в Таганрогском заливе.

Одним из важнейших техногенных факторов, оказывающих наиболее негативное влияние на экологическую систему Азовского моря, является поступление в водоем нефти и нефтепродуктов вследствие морских грузоперевозок и деятельности портов. В период январской и февральской экспедиций отмечены высокие уровни нефтяного загрязнения в Таганрогском заливе: от 0,138 до 0,513 мг/л и в дельте Дона: от 0,170 до 0,740 мг/л . Во всех

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

проанализированных пробах наблюдалось превышение ПДК – 0,05 мг/л. При этом абсолютно максимальная концентрация нефтяных углеводородов зарегистрирована в морском порту г. Азова – 0,740 мг/л . То есть, несмотря на ледовый покров в Азовском море, интенсивность судоходства не снижается, а наличие ледового покрова препятствует перемешиванию морских вод, и нефтяные компоненты, попавшие в воду, остаются в поверхностном слое. В Азовском море, в период февральской экспедиции содержание нефтепродуктов составляло от 0,066 до 0,118 мг/л. Эти данные в целом соответствуют данным соответствующего периода прошлых лет [3,4].

Библиографический список

1. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Григоренко К.С., Харьковский В.М., Поважный В.В., Польшин В.В., Сойер В.Г. Морские экспедиционные исследования на научно-исследовательских судах «Денеб» и «Профессор Панов» в 2013 г.// Океанология.- 2015. - Т. 55. - №5. - С. 1-5.
2. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Григоренко К.С., Харьковский В.М., Поважный В.В., Сойер В.Г. Особенности гидролого-гидрохимического режима Азовского и Черного морей.// Вестник Южного научного центра. - 2015. - Т. 11. - №2. - С. 36-44.
3. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Харьковский В.М., Сойер В.Г. Современные данные по загрязнению Азовского и Чёрного морей углеводородами нефти. // Вестник Южного научного центра. - 2014. - Т. 10. - №4. - С. 49-52.
4. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Харьковский В.М., Сойер В.Г. Нефтяное загрязнение Азовского и Черного морей растет. // Природа. - 2016. - № 5. - С. 64-69

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 519.872

Шевцов А. Н., Коптев Д. С. Методика анализа сегментов телекоммуникационной сети для решения задачи её эффективного использования

Methodology for analyzing segments of a telecommunications network to solve the problem of its effective use

Шевцов А. Н., Коптев Д. С.
Юго – Западный государственный университет
Shevtsov A.N., Koptev D.S.
Southwestern State University

Аннотация. *Эффективного использования основных фондов предприятия связи означает увеличение объема оказываемых услуг, повышения отдачи созданного производственного потенциала и более полного удовлетворения потребностей клиентов, улучшения баланса оборудования, снижение себестоимости продукции, роста рентабельности производства.*

Ключевые слова: *автоматическая телефонная станция, дополнительные виды обслуживания, основные производственные фонды.*

Abstract. *Efficient use of the enterprise's communications assets means an increase in the volume of services provided, increase the impact of existing production capacity and better meet customer needs, improve the balance of the equipment, reduce production costs, the profitability of production growth.*

Keywords: *automatic telephone exchange, additional types of services, basic production assets.*

Основные производственные фонды связи в силу специфики отрасли занимают доминирующий удельный вес в ее совокупных ресурсах. Поэтому их объем, состав, состояние и использование во многом определяют конечные результаты работы предприятий связи, количество и качество создаваемых услуг, степень удовлетворения общественных и личных потребностей в средствах передачи информации.

Обновление основных фондов должно осуществляться на основе внедрения наиболее производительного и экономичного оборудования, т е. эффективность средств труда является важнейшим критерием для принятия

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

решения об их внедрении. В то же время фактическая их отдача обусловлена уровнем использования их в реальных условиях производства. Для того чтобы средства, вложенные в расширение и обновление материально-технической базы предприятия связи, были оправданы, необходимо обеспечить максимально возможную отдачу каждой единицы эксплуатируемого оборудования, линейных сооружений и других видов основных фондов.

Эффективное использование основных средств – одно из важнейших условий успешной работы предприятия связи. Обеспечение максимально возможной загрузки оборудования, рационального и наиболее полного его использования, способствует росту объемов оказываемых услуг, снижению их себестоимости, экономии капитальных вложений, сокращению срока окупаемости, повышению эффективности работы. Недостаточная или нерациональная, несогласованная по мощности загрузка узлов сети свидетельствует либо о неудовлетворенном качестве проектирования организации, либо о плохой ее работе: уменьшении объема оказываемых услуг, недостатках материально-технического снабжения, организации труда и т.п.

На предприятиях связи материальной основой процесса передачи информации являются коммутационное оборудование станций, каналообразующая аппаратура, линейные сооружения и другие виды средств, с помощью которых работники, воздействуя на предмет труда – информацию – создают тот конечный полезный результат, которым является услуга связи.

Проведение анализа эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети необходимо для принятия управленческих решений, направленных на повышение экономической отдачи от работы оборудования связи.

Большую роль играют методы анализа, позволяющие принимать управленческие решения на основе оценки возможных в будущем ситуаций и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

выбора из нескольких альтернативных вариантов решений. Разработка и осуществление эффективных управленческих решений являются важнейшей предпосылкой обеспечения конкурентоспособности продукции организации и самой организации на рынке, а также создание оптимальной структуры организации, осуществления обоснованной кадровой политики и рационализации других сторон деятельности организации связи.

От решения проблемы повышения эффективности использования основных фондов и производственных мощностей предприятия зависит место этого предприятия в сфере предоставления услуг связи, его финансовое состояние, конкурентоспособность на рынке телекоммуникационных услуг.

Имея ясное представление о роли каждого элемента ОФ в производственном процессе, физическом и моральном износе, факторах, влияющих на использование основных фондов, можно выявить методы, направления, при помощи которых повышается эффективность использования основных производственных фондов и производственных мощностей предприятия связи, обеспечивающая снижение издержек производства и рост производительности труда.

Задача исследования – построение методики анализа экономической эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети предприятия связи. По сути, для решения задачи нужно сопоставить капитальные вложения в сеть и текущие расходы на нее с доходами от оказываемых сетью услуг связи.

При кажущейся простоте и однозначности теоретического принципа его практическая реализация может осуществляться на основе различных методических подходов. Их выбор требует глубокого понимания экономического и технического содержания процесса оказания услуг связи на предприятии, эффективность которого предполагается оценить.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Объект исследования – телекоммуникационная сеть предприятия связи.

Предмет исследования – экономическая эффективность использования сегментов телекоммуникационной сети.

Существующие методы оценки основных производственных фондов предприятия связи

Для анализа эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети необходимо рассмотреть существующие методы оценки основных производственных фондов на предприятии связи и определить понятия эффективности, эффекта, экономической эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети при оказании услуг связи.

Для учета, анализа, планирования и оценки уровня использования основные производственные фонды связи выражаются в натуральных и стоимостных показателях.

Натуральная форма оценки основных производственных фондов используется при определении технического состава средств труда, производственной мощности предприятия и структурных подразделений, уровня ее освоения, производительности и степени использования отдельных видов оборудования и сооружений связи. На основе натуральных показателей осуществляется планирование ввода и выбытия основных фондов, составляется баланс оборудования, рассчитывается необходимый штат на его обслуживание. С этой целью на предприятиях ведется инвентаризация и паспортизация оборудования, при которых учитывается число отдельных видов основных фондов и количественные характеристики каждого из них.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Натуральный измеритель, являясь наиболее наглядным и конкретным не позволяет соизмерить различные виды средств труда и определять общую стоимость основных фондов по предприятию и отрасли в целом. Для этой цели служит стоимостная оценка основных производственных фондов, которая является одной из важнейших экономических характеристик предприятия. Она необходима для определения общего объема основных фондов, их динамики и структуры, планирования воспроизводства. На основе стоимостной оценки рассчитываются величина амортизации, а также обобщающие показатели использования всей совокупности средств труда.

Существует несколько видов стоимостной оценки основных производственных фондов, связанных с длительным временем их участия в производственном процессе, в течение которого они изнашиваются, и изменением за этот период условий их воспроизводства. В соответствии с этим различают полную первоначальную и восстановительную стоимость основных производственных фондов.

Оценка по полной первоначальной стоимости характеризует фактическую сумму средств, затраченных на строительство, сооружение, приобретения оборудования с учетом транспортных расходов на его доставку, установку и монтаж на месте эксплуатации, в ценах, действующих на момент их ввода в действие. Отражая реальные средства предприятия на ввод основных фондов, полная первоначальная стоимость имеет ту особенность, что при ее использовании одинаковые объекты связи, введенные в разное время, вследствие изменения цен на оборудование, строительно-монтажные и другие виды работ имеют различную денежную оценку. То есть стоимость идентичных средств труда, изготовленных из одних и тех же материалов и имеющих одинаковые эксплуатационные характеристики, не одинакова, поскольку определяется по разным ценам. Это, особенно в условиях инфляции, вносит

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

существенные искажения в оценку стоимости основных фондов, введенных в различные временные интервалы, снижает объективность динамичной оценки и их использования и воспроизводства.

Этого недостатка лишена оценка основных фондов по полной восстановительной стоимости. Она отражает ту сумму денежных средств, которая потребовалась бы для воспроизводства основных производственных фондов независимо от времени их ввода в современных условиях, т.е. применительно к уровню действующих цен. Полная восстановительная стоимость основных производственных фондов определяется по результатам их переоценки, периодичность которой зависит от темпов изменения цен на средства труда. В периоды высокой инфляции переоценка проводилась несколько раз в год путем индексации балансовой стоимости основных производственных фондов в соответствии с коэффициентами, отражающими динамику цен, тарифов и условий воспроизводства. Эти коэффициенты доводились до предприятий и организаций специальными нормативными актами.

Начиная с 1995 года переоценка основных фондов проводится ежегодно по состоянию на 1 января каждого года.

Конкуренция на рынке средств труда обуславливает тенденцию к снижению рыночной стоимости оборудования связи. Это приводит к тому, что некоторые объекты связи имеют восстановительную стоимость выше, чем ее рыночный эквивалент. Аналогичная ситуация имеет место и в других отраслях экономики, а это необоснованно завышает стоимость основных производственных фондов, ведет к росту амортизационных отчислений, эксплуатационных затрат предприятия, и повышению цен и тарифов. Поэтому в 1998 году Правительство Российской Федерации обязывало предприятия

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

самостоятельно проводить переоценку основных фондов с целью выявления их восстановительной стоимости в соответствии с рыночными ценами.

При использовании оценки по восстановительной стоимости одинаковые объекты, введенные в разное время, имеют одинаковое денежное выражение.

Это вносит единообразие в определение общей стоимости основных производственных фондов предприятия связи, позволяет дать объективную характеристику ее динамики, оценить реальный уровень использования основных производственных фондов за ряд лет, а также рассчитать требуемую сумму средств на их полное восстановление в современных условиях.

Расчет показателей по полной восстановительной стоимости наиболее точен при анализе эффективности использования основных фондов предприятия связи за определенный период (год, квартал и т.д.).

Эффективность использования телекоммуникационного оборудования

При анализе эффективности использования телекоммуникационного оборудования на предприятии следует четко определить само понятие эффективности.

Под термином эффективность понимается экономическая отдача от процесса предоставления услуг связи.

У процесса предоставления услуг связи, как и любого другого хозяйственного мероприятия, есть две особенности:

- во-первых, он направлен на достижение конкретного результата (социального и экономического);
- во-вторых, он требуют затраты средств.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Теория эффективности разграничивает понятия эффекта и эффективности, понимая под первым результат мероприятия, а под вторым – соотношение эффекта и затрат, которые его вызвали.

Эффект означает результат, следствие каких-либо причин, действий. Эффект может измеряться в материальном, социальном, денежном выражении. В случае оценки эффективности работы оборудования связи будем говорить о результатах в денежной оценке (экономический эффект).

Экономический эффект – выраженный в стоимостной (денежной) форме результат процесса предоставления услуг связи (использования телекоммуникационной сети.

Хотя по самому определению результат и эффект являются родственными понятиями (эффект – определенная форма результата), потребности экономической практики вынуждают в ряде случаев разграничивать указанные термины. При этом под условным понятием «экономический результат» будем понимать общий результат (в частности, выручка, доход от услуг связи), а под понятием «экономический эффект» – чистый результат (в частности, прибыль предприятия связи). Принципиальная взаимосвязь между указанными двумя понятиями выражена формулой:

$$Э = В - З, \quad (1)$$

где В – общая выручка от оказанных услуг связи предприятия за период;

З – полные затраты по созданию и оказанию услуг связи;

Э – прибыль.

Если результаты экономической деятельности превысят затраты, будем говорить о положительном эффекте (в частности, предприятие связи получает прибыль), в противоположном случае – об отрицательном эффекте (убытке, ущербе, пр.).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Эффективность определяется отношением результата (эффекта) к затратам, обеспечившим его получение.

Эффективность отражает не сам результат, а то, какой ценой он был достигнут. Поэтому эффективность охарактеризуем относительными показателями, которые рассчитываются на основе двух групп характеристик (параметров) результата и затрат.

Экономическая эффективность – это вид эффективности, который характеризует результативность деятельности экономических систем. Основной особенностью таких систем является стоимостный характер средств (затрат, издержек) достижения целей (результатов), а в ряде случаев и самих целей (в частности, получения прибыли).

Определим показатель эффективности использования телекоммуникационного оборудования следующей формулой:

$$P = \frac{Э}{З}, \qquad (2)$$

где Р – показатель экономической эффективности использования телекоммуникационного оборудования;

Э – величина экономического эффекта;

З – затраты ресурсов на обеспечение указанного экономического эффекта (капитальные вложения в оборудование связи, текущие затраты на его ремонт, обслуживание, затраты на электроэнергию, арендная плата и прочее).

Показатели эффективности рассчитываются для принятия управленческих решений. Поэтому для правильного выбора методов расчета эффективности необходимо прежде проанализировать особенности принимаемого решения. В числе наиболее существенных моментов, которые должны учитываться при указанном выборе, следует выделить:

- характер целевой установки принимаемых решений;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- базу сравнения полученных оценок экономической эффективности;
- необходимую степень детализации расчетов;
- место рассматриваемых эффектов и издержек по отношению к сфере интересов предприятия связи.

Целевая установка принимаемых решений

От целевой установки, используемой в решении, зависит выбор критерия оптимизации выбираемых вариантов. Ради этой оптимизации и рассматриваются показатели эффективности. Это, в свою очередь, обусловливает стратегию оптимизации и выбор расчета эффективности.

При всем многообразии видов и форм хозяйственных решений для предприятия связи можно говорить лишь о двух принципиально различающихся системах критериев оптимизации и об одной комбинированной, представляющей сочетание основных критериев:

1) максимизация результата при фиксированных затратах (ресурсах);
2) минимизация затрат (ресурсов) при фиксированном результате;
3) оптимизация (чаще всего максимизация) соотношения затрат и результатов, как правило, с дополнительным учетом иных показателей эффективности (в том числе и натуральных).

Формально рассматриваемые ситуации могут быть выражены соответственно алгоритмами:

1) $Э_i \to \max$ при $З = const$ (фиксированы затраты);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

2) $З_i \to \min$ при $Э = const$ (фиксированы результаты);

3) $\frac{Э_i}{З_i} \to \max$,

(3) где i– номер возможного варианта принимаемых решений.

Рассмотренные ситуации в зависимости от целевой установки решения условно могут быть названы: «инвестиционными», «ресурсными» и «комбинированными».

При оказании телекоммуникационных услуг предприятием связи в качестве целевой установки принимается оптимизация соотношения затрат на телекоммуникации и результатов (доход от услуг и привлечение большего числа абонентов).

Доходы и расходы – основа для оценки экономической эффективности

Стоимостные оценки являются единственной формой показателей, позволяющей соизмерить разнородные величины в отрасли связи, предполагающие множество натуральных и экономических характеристик (например, объем оказываемых услуг связи). Подобная оценка может быть выполнена только через два вида показателей: доходы и расходы.

Доходы характеризуют выгоду, которую получает предприятия от оказанных услуг связи. Расходы (затраты) отражают ту экономическую цену (затраты различного вида ресурсов), которую предприятия должны платить за организацию процесса предоставления услуг. Разница между доходами и расходами (затратами) составляет тот чистый экономический результат – прибыль, который получает предприятие связи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Оказывать воздействие на доходы предприятия возможно по следующим трем направлениям:

- через изменение объема реализуемой продукции в единицу времени (изменение количественных показателей продуктивности);
- через изменение цены единицы продукции (изменение качественных характеристик продукции);
- через изменение временного периода действия экономического процесса.

Другой компонентой, определяющей размер экономического эффекта, является величина расходов, или затрат, связанных с процессом оказания услуг связи. В общем виде полную величину указанных затрат за период действия мероприятия можно выразить формулой:

$$З_{пол} = C_{кап} + З_{тек}, \quad (4)$$

где $C_{кап}$ – капитальные вложения, т.е. затраты в основные фонды (здания, сооружения, оборудование, пр.); основная особенность данного вида издержек заключается в том, что они вносятся один раз на несколько лет (срок службы основных фондов); поэтому капитальные вложения называют еще единовременными затратами;

$З_{тек}$ – величина текущих (эксплуатационных) издержек; это затраты на сырье и материалы, электроэнергию, заработную плату персонала, аренду помещений, различные виды услуг, платежи, пр.

Если в течение выбранного для оценки эффективности периода капитальные вложения вносятся не сразу, а по частям, суммарная величина капитальных вложений должна быть приведена к одному сроку с учетом фактора времени:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$K = \sum_{i=1}^{n} K_i (1+r)^{T-i}, \quad (5)$$

где K_i – величина капитальных вложений, осуществляемых в i-м году;

r – норматив приведения (дисконтирования);

T – год, к которому приводятся капитальные вложения;

i – номер текущего года.

Суммарная величина текущих издержек связана с объемом производства, сроком реализации хозяйственного мероприятия, другими производственными характеристиками.

База сравнения показателей эффективности. Степень детализации расчетов

Показатели эффективности не являются самоцелью – они служат основанием для принятия управленческого решения. Принимающий решение должен иметь базу сравнения – своеобразный «шаблон», с которым бы он сопоставлял полученные показатели.

Интегральные показатели эффективности не всегда однозначно могут характеризовать достоинства или недостатки рассматриваемых вариантов. Чаще всего окончательное принятие решений требует кропотливого анализа также отдельных (частных) параметров реализуемого мероприятия.

Анализ отечественных и зарубежных источников позволяет говорить, что в качестве возможной «базы» могут быть выбраны следующие показатели:

- значения лучших анализируемых вариантов принятия решений (в данном случае можно сказать, что «шаблон» для сравнения находится среди самих получаемых показателей);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- значения лучших отечественных и/или зарубежных вариантов;
- значения существующего состояния (в частности, использующегося в настоящий момент образца);
- значения условного «норматива», т.е. утвержденного в масштабах национальной экономики, отрасли, региона или предприятия стандартного показателя экономической эффективности.

Завышение или занижение «планки» норматива одинаково нежелательно для предприятия связи. В случае завышения норматива решения будут авантюрно ориентированы на нереально высокие показатели. Это, с одной стороны, заставит отказаться от фактически выгодных решений и, с другой стороны, повысит степень риска получения отрицательного результата, что может вести к непредвиденным убыткам. Нежелательно и занижение норматива. Это ведет к принятию решений с заведомо низким уровнем рентабельности.

В рыночной экономике определение нормативов эффективности для предприятия связи ложатся на самого предпринимателя либо экономистов, которые совместно с руководителями должны выбирать нормативы эффективности исходя из рекомендаций в данной отрасли.

Выбор нормативов зависит, прежде всего, от конкретных задач, которые стоят перед предприятием, финансовых условий работы, сферы деятельности, экономической конъюнктуры, уровня инфляции, конкретных целей развития, пр. Поэтому необходим учет следующих факторов:

- насколько быстрой должна быть отдача мероприятия ("быстрый" эффект позволяет быстро вернуть затраченные деньги, но увеличивает риск «провала» и не позволяет занять надежные позиции, например, в производственной сфере);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- сфера деятельности (коммерческая деятельность позволяет быстро «оборачивать» деньги, реализация производственных программ растягивается во времени, но при успешной реализации позволяет со временем получить стабильный положительный результат);
- отрасль (сектор) деятельности;
- значение аналогичных показателей эффективности у возможных конкурентов на рынке;
- показатели эффективности оборота денежных средств в возможных альтернативных сферах использования денежных средств.

От функций, которые выполняют показатели экономической эффективности, зависит необходимая степень детализации (точности) расчета. Управленческие решения, принимаемые на уровне национальной экономики или региона (области, района, города) предполагают учет усредненных оценок, что само собой обусловливает укрупненный (приближенный) характер расчета показателей. Принятие же решений на уровне предприятия, наоборот, требует детальных расчетов, учитывающих как можно больше подробностей и нюансов, связанных с рассматриваемым мероприятием и условиями, в которых его предполагается реализовать. Хотя и здесь точность расчета должна соизмеряться с управленческими задачами, но самое главное – объемами инвестирования, которые зависят от данного решения.

Полученная методика анализа эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети позволит оценить состояние и принимать решения на уровне, как всей сети, так и отдельных ее сегментов и элементов оборудования.

Особенности анализа эффективности процесса предоставления телекоммуникационных услуг на предприятии связи

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Оператор связи оказывает большое количество телекоммуникационных услуг. Все предоставляемые услуги можно классифицировать по потребительским свойствам на основные и дополнительные. Основные услуги отражают конечную цель процесса передачи информации, а дополнительные придают основным услугам некоторые новые потребительские свойства, делающие их более удобными и эффективными при использовании. Такие услуги как «местная телефонная связь» или «предоставление соединений по сети Ethernet» являются основными и в свою очередь отличаются по характеру передаваемой информации. Дополнительными же будут такие услуги, как «подключение к местной телефонной связи», «услуги ДВО», «подключение к сети Ethernet».

Сети связи компании построены в соответствии с основными предоставляемыми услугами:

- волоконно-оптические линии связи;
- мультисервисная сеть передачи данных;
- цифровая первичная сеть передачи данных;
- сеть доступа в интернет;
- телефонная сеть общего пользования;
- домашняя сеть Курск-Online.

Анализ эффективности использования оборудования связи необходимо производить исходя из целей и задач конкретного предприятия связи. От того, какие услуги оказывает оператор, и какие сети при этом используются, зависят направления анализа. Структура сети для каждой рассматриваемой услуги определяет способы условного сегментирования этой сети для выборочной оценки отдачи. Цели предприятия, специфика конкретных услуг и сетей влияет на степень детализации расчетов, методы поиска, группировки данных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Анализ эффективности использования оборудования проводится для того, чтобы видеть возможное нерациональное, необоснованное вложение денежных средств в сеть или отдельные ее сегменты. Также такой анализ позволяет спрогнозировать наиболее верные, с точки зрения экономической выгоды, решения по расширению сетей, внедрению новых услуг и привлечению большего числа клиентов.

В экономической теории показатели эффективности (производительности, ресурсоемкости, рентабельности, использования основных и оборотных фондов и многих других) получены на основе одного и того же методического подхода, а точнее, одной и той же универсальной формулы:

$$Показатель = \frac{Результат}{Затраты}, \qquad (6)$$

в которой числитель или знаменатель приведен к единичному значению.

Экономическим результатом для оператора связи будет выручка от оказанных услуг. Затраты составят капитальные вложения, расходы на установку, обслуживание, ремонт, электроэнергию и т.д. Следовательно, для расчета необходимых показателей нужно правильно выбрать и сгруппировать данные по выручке и расходам.

В общем виде процесс предоставления услуг связи в компании представлен на рисунке 1.

Так как предприятие связи оказывает большое количество услуг, используя при этом различные виды оборудования и разные сети, то методика анализа эффективности процесса оказания услуг сводится к нахождению стоимостных и натуральных показателей для каждого вида услуг и сегментов сетей (или их элементов).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

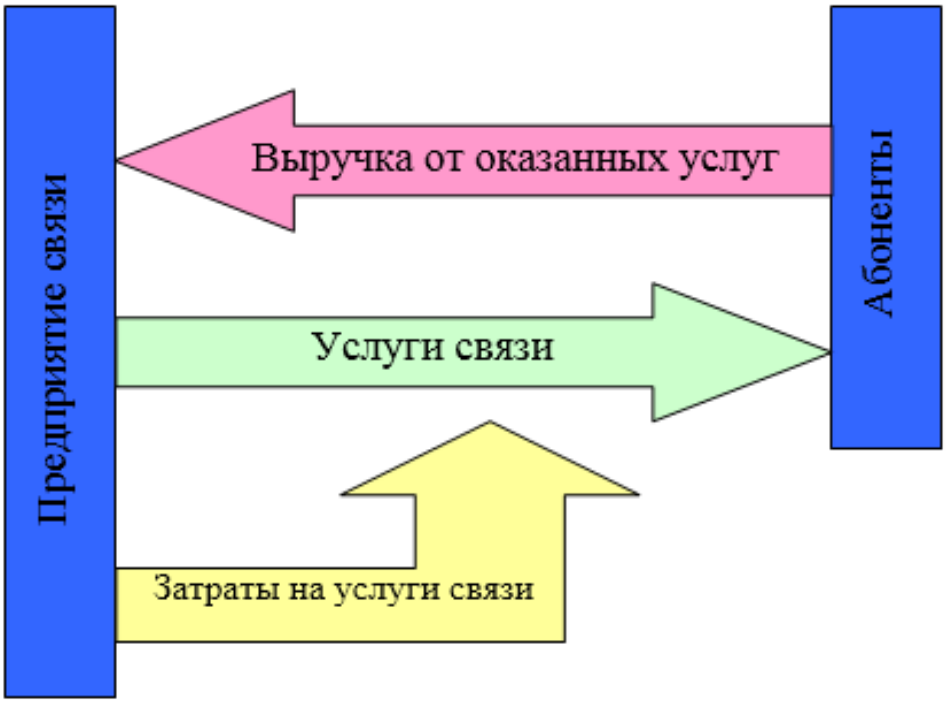


Рисунок 1. Процесс предоставления услуг связи

Расчет показателей эффективности использования сегментов сети связи будем проводить на примере сети местной телефонной связи предприятия.

Услуга местной телефонной связи – это предоставление доступа к местной телефонной сети и телефонного соединения абонентам, находящимся в пределах одного населённого пункта или административного района. Для получения услуги абоненту необходимо иметь абонентское устройство (телефонный аппарат), имеющее сертификат соответствия Министерства РФ по связи и информатизации. При наличии технической возможности абонентом телефонной сети общего пользования может стать любая коммерческая или бюджетная организация, а также физическое лицо.

Предоставление доступа к телефонной сети связи общего пользования с использованием выделенной линии. Передача речи осуществляется через сеть Интернет с использованием специализированных терминалов.

Потребительские свойства:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- автоматическая телефонная связь;
- большой перечень дополнительных услуг (при наличии технической возможности);
- услуги местной телефонной связи являются базовыми для дальнейшего доступа абонента к диапазону услуг (услуги междугородной и международной связи, Интернет и др.).

Исходя из поставленной задачи анализа эффективности использования, как всей сети, так и отдельных ее частей, группировать данные целесообразно по сегментам телефонной сети – узлам.

Для более полного представления телефонной сети общего пользования следует отобразить сеть на карте города (рисунок 2). Это позволит оценить охват отдельных районов города участками сети, говорить о возможных путях ее расширения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

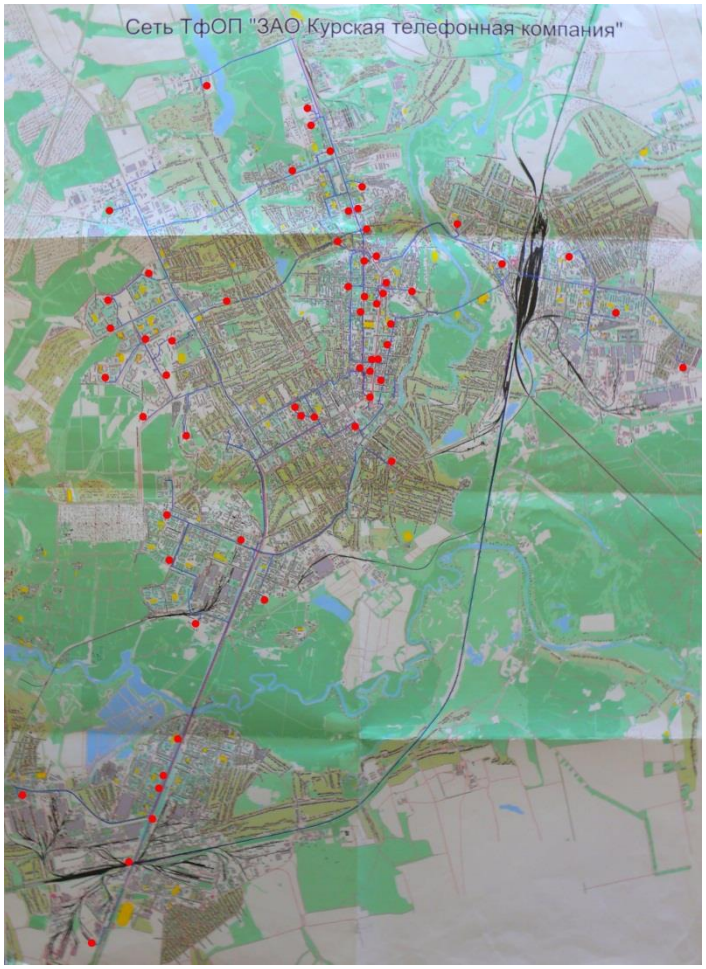


Рисунок 2. Телефонная сеть общего пользования предприятия связи

Телефонная сеть общего пользования предприятия связи представляет собой сеть из 44 цифровых городских АТС, соединенных посредством цифровой первичной сети передачи данных. Также в сеть включаются абоненты по выделенной линии, с установкой соответствующего оборудования.

Используемые АТС представляют собой новое поколение цифровых телефонных станций, созданных на основе конвергенции технологий телефонных и компьютерных сетей, что даёт возможность обеспечить весь спектр услуг телефонной связи в рамках традиционных телефонных сетей на основе коммутации каналов. Надежная работа АТС обеспечивается благодаря

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

открытой архитектуре станции в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т и точному соблюдению международных стандартов.

Также возможен доступ к телефонной сети связи общего пользования через выделенную линию. При этом способе подключения используются специализированные терминалы.

На данный момент количество абонентов телефонной сети общего пользования среди физических лиц более 4 000, юридических – около 600.

По телефонной сети общего пользования клиентам (физическим и юридическим лицам) оказываются следующие услуги:

- подключение абонента к телефонной связи;
- предоставление местной телефонной связи;
- предоставление зонового соединения;
- услуги ДВО;
- Free-Интернет;
- передача голосовой информации.

Следовательно, доход от телефонной сети общего пользования будет складываться из выручки от продажи этих услуг.

В качестве исследуемого периода выбран 2010 год.

Поскольку основные производственные фонды предприятия связи учитываются в натуральном и денежном выражении и имеют сложный технический состав, для оценки степени их использования применим систему показателей, включающую натуральные технико-экономические показатели отдельных видов оборудования, каналов связи и обобщающие стоимостные показатели использования ОПФ.

Говоря о критериях принятия управленческих решений важно подчеркнуть, что полученные результаты и показатели нужно сравнивать с «нормой», определенной руководством компании, так как выбор нормативов

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

зависит, прежде всего, от конкретных задач, которые стоят перед предприятием, условий работы, экономической конъюнктуры, конкретных целей развития.

Для оценки эффективности использования сегментов телефонной сети предприятия связи необходимо выполнить следующие действия:

1) Определить систему показателей для расчета и анализа экономической эффективности использования сегментов телефонной сети связи.

2) Выбрать необходимые исходные данные о сети телефонной связи и сгруппировать их.

3) Рассчитать для телефонной сети в целом и ее сегментов стоимостные и натуральные показатели экономической эффективности.

4) Проанализировать полученные результаты, сравнив их с «условными» нормативами. Дать оценку эффективности использования сети телефонной связи в целом и по отдельным ее сегментам. В случае неэффективного использования оборудования, нецелесообразной его установки, простаивания и недоиспользования производственных мощностей привести возможные пути улучшения ситуации, рекомендации по увеличению отдачи от сети связи.

Система показателей экономической эффективности

При анализе эффективности использования телекоммуникационного оборудования будем использовать частные и обобщающие показатели экономической эффективности.

Частные показатели экономической эффективности характеризуют отдельные (частные) стороны процесса использования телекоммуникационного оборудования (отдельные сегменты сети).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Обобщающие показатели экономической эффективности характеризуют результативность деятельности всей экономической системы (системы оказания услуг связи на предприятии) в целом.

Обобщающие показатели служат основанием для принятия решений на уровне системы в целом. Частные показатели позволяют обосновать решения по совершенствованию отдельных компонентов производственных процессов.

Частные показатели являются основой для расчета обобщающих. В этом смысле обобщающие показатели являются целью выполняемых расчетов, а частные – их средством.

Расчет частных оценок (доходов и расходов) по каждому из параметров, характеризующих отдельные стороны работы оборудования (по каждой причине, вызвавшей тот или иной эффект), позволяет перейти к определению обобщающих показателей эффективности.

В качестве ключевого алгоритма расчета обобщающих показателей используется формула:

$$P = \frac{Э}{З}, \qquad (2)$$

где Р – эффективность;

Э – эффекты;

З – затраты.

В экономической теории выделяют две группы обобщающих показателей: абсолютные и сравнительные.

Абсолютные показатели эффективности получаются как результат непосредственного деления эффекта на вызвавшие его затраты.

Сравнительные показатели эффективности получаются в результате сопоставления (сравнения) абсолютных показателей двух или больше вариантов реализуемых мероприятий.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При этом используем следующие варианты учета затрат при расчетах по вышеприведенной формуле:

- полные затраты (капитальные и текущие издержки) за весь период процесса предоставления услуг связи;
- капитальные вложения (инвестиции) в оборудование связи.

Поскольку основные производственные фонды на предприятии связи учитываются в натуральном и денежном выражении и имеют сложный технический состав, для оценки степени их использования применяется система показателей, включающая натуральные технико-экономические показатели отдельных видов оборудования, каналов связи и обобщающие стоимостные показатели использования ОПФ.

Выделим показатели экономической эффективности, которые будут использоваться при анализе использования оборудования связи на предприятии.

Натуральные показатели:

- коэффициент интенсивного использования – отношение фактического объема услуг в натуральном выражении к максимально возможному в единицу времени;
- коэффициент экстенсивного использования – отношение фактического времени работы в часах к максимально возможному;
- коэффициент задействования – отношение фактически действующего оборудования к установленному в процентах.

Стоимостные показатели:

- фондоотдача – величина результата (выручки) на единицу основных фондов;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- рентабельность производства (процесса оказания услуг связи) - величина эффекта (прибыли) на сумму всех затрат (на процесс оказания услуг связи);
- срок окупаемости капитальных вложений – капитальные вложения в сеть телефонной связи на величину чистого годового экономического эффекта.

Натурально экономические показатели характеризуют использование и задействование оборудования и каналов связи. К ним относятся коэффициенты экстенсивного, интенсивного использования и коэффициент задействования.

Зависимость нагрузки в организациях связи от спроса потребителей на услуги и связанная с этим неравномерность ее поступления по отдельным периодам времени приводят к тому, что, даже находясь в рабочем состоянии, оборудование и каналы связи не всегда используются с той отдачей, которая предусматривается их технико-эксплуатационными характеристиками. Поэтому возникает необходимость оценки реального уровня использования пропускной способности оборудования с помощью коэффициентов экстенсивного и интенсивного использования.

Коэффициент экстенсивного использования $K_{экст}$ или использования оборудования и каналов связи по времени определяется отношением фактического времени их работы в часах $T_ф$ к возможному времени работы по плану $T_в$ за один и тот же промежуток времени:

$$K_{экст} = T_ф / T_в, \qquad (7)$$

где $T_ф$ - фактическое время работы оборудования;

$T_в$ - максимально возможное время работы оборудования.

Время возможной работы является по сути нормативным и устанавливается с учетом минимально необходимых затрат на плановую

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

профилактику и ремонт соответствующих видов основных производственных фондов.

Коэффициент интенсивного использования $K_{инт}$ определяется отношением фактического объема услуг $У_ф$ в натуральном выражении к максимально возможному объему услуг $У_в$ в единицу времени:

$$K_{инт} = У_ф / У_в, \quad (8)$$

где $У_ф$ - фактический объем услуг в натуральном выражении;

$У_в$ - максимально возможный объем услуг в натуральном выражении.

Под объемом услуг в натуральном выражении будем понимать количество абонентов телефонной сети.

Максимально возможный объем услуг определяется нормативной производительностью оборудования.

Показатели задействования характеризуют степень фактического использования в процессе создания услуг связи находящегося на балансе организации оборудования. Расширяя производство, приобретая новые технические средства для более полного удовлетворения спроса на услуги связи и улучшения качества обслуживания, телекоммуникационные компании должны стремиться к скорейшему их включению в производственный процесс. Находящееся на балансе оператора, но бездействующее оборудование влечет за собой двойной урон. Во-первых, в этом случае вложенные средства становятся «мертвым капиталом», поскольку с их помощью не создаются услуги, а следовательно оператор теряет доход. Во-вторых, установленные, но не эксплуатируемые основные фонды подлежат амортизации, требуют определенных затрат на обслуживание, что повышает общие расходы организации.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Коэффициент задействования $К_з$ характеризуется отношением фактически действующего оборудования к установленному в процентах:

$$К_з = (О_д / О_{уст}) \times 100, \quad (9)$$

где $О_д$ - фактически действующее оборудование;

$О_{уст}$ - установленное оборудование.

Расчет этого показателя позволяет не только определить долю действующего и бездействующего оборудования, но и дать оценку объемам резервного оборудования в сопоставлении с установленными нормами.

Стоимостные показатели эффективности использования оборудования связи строятся на основе соизмерения выраженного в денежной форме конечного полезного эффекта деятельности и всей совокупности участвующих в создании этого средств труда.

Показатель фондоотдачи (коэффициент оборачиваемости основных средств) $Ф$ характеризует производительность единицы стоимости основных фондов в единицу времени, определяется отношением выручки $В_{усл}$ от оказанных услуг и среднегодовой или восстановительной стоимости ОПФ $С_{кап}$:

$$Ф = В_{усл} / С_{кап}, \quad (10)$$

где $В_{усл}$ - выручка;

$С_{кап}$ - среднегодовая или восстановительная стоимость ОПФ (стоимость основных средств в настоящее время, при современных ценах и технике, это стоимость, по которой оцениваются основные средства после проведения переоценки).

Фондоотдача показывает, сколько рублей доходов получено с каждого рубля, вложенного в основные производственные фонды.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Показатель рентабельности процесса оказания услуг комплексно отражает степень эффективности использования телекоммуникационного оборудования. Коэффициент показывает, сколько рублей прибыли предприятие связи имеет с каждого рубля, затраченного на производство и реализацию продукции. Рентабельность производства (оказания услуг связи) рассчитывается как отношение прибыли от оказания услуг к сумме затрат на производство и реализацию:

$$P = \frac{Э}{З_{пол}}, \qquad (11)$$

где $Э$ - прибыль;

$З_{пол}$ - полные затраты на процесс оказания услуг связи.

Срок окупаемости капитальных вложений характеризует период, в течение которого полностью возвращаются (за счет получаемого эффекта) вложения в сеть. Срок окупаемости определяется обратным соотношением капитальных вложений и годового эффекта:

$$\begin{cases} T_{ок} = \dfrac{C_{кап}}{Э_{год}}, \ Э_{год} > 0; \\ T_{ок} \to \infty, \ Э_{год} \le 0, \end{cases} \qquad (12)$$

где З – затраты на реализацию мероприятия в течение всего его действия; в качестве вариантов могут использоваться величина полных затрат либо только капитальных вложений;

$C_{кап}$ - среднегодовая или восстановительная стоимость ОПФ (стоимость основных средств в настоящее время, при современных ценах и технике, это стоимость, по которой оцениваются основные средства после проведения переоценки).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

По своему экономическому содержанию все перечисленные показатели являются различными формами абсолютных показателей экономической эффективности.

Показатели экономической эффективности являются важнейшими инструментами реализации экономической политики на уровне предприятия. Они являются ключевым средством обоснования управленческих решений по организации инвестиционной деятельности, оптимизации расходования ресурсов, совершенствования ценовой политики.

Показатели экономической эффективности не всегда могут в полной мере обеспечить однозначность в выборе рассматриваемого варианта, они значительно повышают уровень обоснованности принимаемых решений. Эта обоснованность оказывается тем выше, чем полнее удается учесть: с одной стороны, издержки по воплощению в жизнь рассматриваемого варианта, с другой стороны, все эффекты (как положительные, так и отрицательные) его реализации.

Выбранные натуральные и стоимостные показатели эффективности следует применять в комплексе. Они позволяют оценить использование, как отдельных видов оборудования связи, так и процесса предоставления услуг в целом, дают возможность установить имеющиеся в организации резервы повышения отдачи основных фондов.

Состав сети телефонной связи

Для расчета показателей эффективности использования сегментов сети связи выбрана сеть местной телефонной связи предприятия связи.

Услуга местной телефонной связи — это предоставление доступа к местной телефонной сети и телефонного соединения абонентам, находящимся в

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

пределах одного населённого пункта или административного района. Для получения услуги абоненту необходимо иметь абонентское устройство (телефонный аппарат), имеющее сертификат соответствия Министерства РФ по связи и информатизации. При наличии технической возможности абонентом телефонной сети общего пользования может стать любая коммерческая или бюджетная организация, а также физическое лицо. Также, по желанию клиента возможно предоставление доступа к телефонной сети связи общего пользования с использованием выделенной линии.

При оценке экономической эффективности необходимо хорошо чувствовать технические параметры, изменение которых может материализоваться в значениях экономического эффекта.

Под сегментом сети будем понимать оборудование для оказания услуг телефонной связи одного узла цифровой коммутации в компании. В его состав входит оборудование АТС, межстанционное, стоечное, кроссовое и электрооборудование. Обозначим этот сегмент «Узел типа 1». Узел типа 1 обеспечивает типовое подключение абонента к сети телефонной связи. Обычно это стандартное подключение физических лиц или подключение юридических лиц к общей АТС.

В случае с подключением абонента к телефонной сети путем подачи потока E1, под сегментом будем понимать оборудование, которое используется в компании при данной технологии подключения. Обозначим такой сегмент сети «Узел типа 2». По сути, узлы типа 2 – это подключение абонента по выделенной линии. Оборудование подбирается под желания и предпочтения клиента. В качестве клиента обычно выступает юридическое лицо, которому выделяется ресурс из нескольких номеров, устанавливается специальное оборудование, осуществляется особая тарификация.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Именно такая степень детализации при расчетах (по узлам сети) позволит в полной мере говорить об экономической эффективности процесса оказания услуг. При необходимости (например, при установке новых комплектующих узла связи и т.д.) можно углубиться в расчетах до отдельных составляющих узла (например, оптических модемов, кассет АТС, и т.д.). При этом нужно знать стоимость этого оборудования, затраты на его содержание и доходы от его использования.

Исходя из поставленной задачи анализа эффективности использования, как всей сети, так и отдельных ее частей, группировать данные целесообразно по сегментам телефонной сети – узлам.

Телефонная сеть общего пользования предприятия связи представляет собой сеть из 44 узлов типа 1, соединенных посредством цифровой первичной сети передачи данных (таблица 1).

Таблица 1

Узлы типа 1

№ узла 1	Адрес узла типа 1
1	Горького, 50
2	Радищева, 40
3	Понизовка, 52/9
4	Дейнеки, 5д
5	л. Гора, 2
6	Коммунальная, 12
7	Агрегатная, 43
8	К.Маркса, 15
9	Республиканская, 48
10	Невского, 13
11	Советская, 12
12	Бутко, 3
13	К.Маркса, 72/15
14	Радищева, 79а
15	Орловская, 18
16	Малых, 44б
17	Энтузиастов, 1а
18	Островского, 10а
19	К.Маркса, 72/22

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

№ узла 1	Адрес узла типа 1
20	Ленина, 77б
21	Победы, 24
22	Бойцов, 9-й Дивизии, 197
23	Радищева, 117
24	Орловская, 1
25	Сумская, 7
26	К.Маркса, 70
27	Челюскинцев, 15
28	Димитрова, 1
29	Горького, 70
30	Хрущева, 28
31	Звездная, 21
32	50 лет Октября, 96
33	Герцена, 1
34	Энгельса, 171
35	Горького, 55
36	Добролюбова, 15
37	Сосновская, 1
38	Аккумулятор, 7
39	Клыкова, 18
40	Клыкова, 5
41	Ачкасова, 11
42	Мыльникова, 15
43	К.Маркса, 65в
44	Бойцов 9-й Дивизии, 185в

Также подключение абонента к сети телефонной связи проводится с помощью оборудования узлов типа 2 (таблица 2).

Таблица 2

Узлы типа 2

№ узла 2	Адрес узла типа 2
1	Ниж. Набережная, 9
2	Хрущева, 2а
3	Чумаковская, 4
4	Хрущева, 8
5	Никитская, 1в
6	Сумская, 9
7	Студенческая, 4
8	М. Горького, 70

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

№ узла 2	Адрес узла типа 2
9	Гайдара, 11
10	Студенческая, 3
11	Гагарина, 2
12	Гайдара, 11
13	Ватутина, 23
14	Магистральная, 17
15	К. Маркса, 79
16	Ленина, 77б
17	Щепкина, 20
18	Литовская, 95а/3
19	Ленина, 21
20	Аэропорт
21	Мирная, 20
22	Литовская, 12а
23	К. Маркса, 77
24	Радищева, 26
25	Горького, 8
26	Дзержинского, 90б
27	Дружбы, 9а
28	Красная площадь
29	Литовская, 12а
30	Можаевская, 6
31	Горького, 37а
32	Сумская, 37а
33	Щепкина, 3
34	1-й Строительный, 9
35	Садовая, 12
36	1-я Строительная, 2
37	Никитская, 16
38	Дзержинского, 9а
39	Пучковка, 17
40	Можаевская, 20
41	Красная площадь

Для расчета стоимостных показателей по каждому сегменту сети – узлу связи необходимы следующие составляющие:

В статье определена методика анализа эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети предприятия связи.

Полученная методика расчета эффективности использования сегментов телекоммуникационной сети позволяет оценить состояние и принимать

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

решения, как на уровне всей сети, так и отдельных ее сегментов, и элементов оборудования.

Рассмотренная система показателей дает наглядную характеристику использования отдельных видов оборудования связи, что имеет важное значение для выявления резервов более эффективного применения средств труда и увеличения их экономической отдачи.

Библиографический список

1. Голубицкая, Е.А. Экономика связи: учебник для студентов вузов [Текст] / Е.А. Голубицкая – М.: ИРИАС, 2006. – 488с.
2. Мардер, Н.С. Современные телекоммуникации [Текст] / Н.С. Мардер – М.: ИРИАС, 2006. – 384 с.
3. Шеремет, А.Д. Методика финансового анализа [Текст] / А.Д. Шеремет – М.:ИНФРА – М, 2005. – 273 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 623.615

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С. Вариант построения системы внутренней оперативной связи и оповещения для предприятия

Variant of construction of system of internal operative communication and the notification for the enterprise

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С.
Юго-Западный государственный университет
Shevtsov A.N., Shchitov A.N., Koptev D.S.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье представлен вариант системы внутренней оперативной связи и вариант оснащения её оборудованием для предприятия.*

Ключевые слова: *ультракороткие волны, центр управления, узел связи, резервный пункт управления.*

Abstract. *The article presents a variant of the system of internal operational communication and a variant of equipping it with equipment for the enterprise.*

Keywords*: ultrashort waves, control center, communication center, reserve control point.*

Внутренняя оперативная связь должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- постоянная готовность к применению;
- оперативность установления связи и достоверность передачи информации;
- надежность и устойчивость;
- комплексное использование, дублирование и резервирование средств и каналов связи;
- помехоустойчивость и электромагнитная совместимость с электронными средствами технологических систем и другими радиоэлектронными средствами, находящимися в районе расположения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Оперативная связь должна обеспечить эффективное, надежное и устойчивое управление оперативным персоналом, а также своевременное оповещение персонала АЭС в режимах нормальной эксплуатации, при проектных и запроектных авариях.

Структура системы оперативной связи должна основываться на структуре диспетчерско-технологического и противоаварийного управления АЭС, удовлетворять требованиям по оперативному оповещению персонала в чрезвычайных ситуациях, а также учитывать решения по генеральному плану.

Состав систем оперативной связи и реализуемые ими основные виды и услуги связи представлены таблице 1.

Таблица 1

Состав системы оперативной связи АЭС и реализуемые ими основные виды и услуги связи

Наименование системы	Основные виды и услуги связи, реализуемые системой
Система оперативной громкоговорящей и телефонной связи	Прямая телефонная связь между оперативным (дежурным) персоналом
	Прямая двухсторонняя громкоговорящая связь между оперативным (дежурным) персоналом
	Автоматическая телефонная связь с любыми телефонными абонентами АЭС, а также с внешними абонентами
	Селекторная и аудиоконференцсвязь руководящего оперативного персонала с подчиненными
	Автоматическое циркулярное оповещение (автодозвон) оперативного (дежурного) персонала по сетям оперативной телефонной связи
	Речевое оповещение и передача команд персоналу по сетям двухсторонней громкоговорящей связи
	Передача с АУ данной системы команд и распоряжений по сетям системы оповещения и поиска персонала (с использованием технических средств системы общестанционной телефонной связи)
Система оповещения и поиска персонала	Избирательная передача сигналов звукового и речевого оповещения о пожаре и других ЧС на территории АЭС
	Избирательная передача распоряжений и указаний оперативного персонала и руководства подчиненному персоналу
	Трансляция по сетям системы команд и распоряжений, передаваемых персоналом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Наименование системы	Основные виды и услуги связи, реализуемые системой
Наименование системы	Основные виды и услуги связи, реализуемые системой
	Прием и трансляция по сетям системы сигналов централизованного оповещения ГО, передаваемых по региональной системе централизованного оповещения
Система радиосвязи	Радиотелефонная (транкинговая) связь на территории АЭС
	Резервная внутриобъектная радиосвязь основных пунктов управления
Система документирования оперативных переговоров	Автоматическая регистрация (контрольная звукозапись) на цифровых носителях передаваемых по каналам связи сигналов оповещения, команд, распоряжений, а также переговоров оперативного и эксплуатационного персонала

Схема организации внутренней оперативной связи многоблочной АЭС представлена в приложении А.

Основной принцип построения сетей оперативной связи - применение радиально-кольцевой топологии (типа «кольцо-звезда»).

Распределение основного оборудования связи по узлам связи изображено в приложении Б.

Решения по организации интерфейсов системы оперативной связи с взаимодействующими системами – в приложении В.

Системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи

Система ОГТС предназначена для обеспечения оперативной прямой громкоговорящей и телефонной связи оперативного, эксплуатационного и руководящего состава АЭС.

Структура системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи представлена в приложении Г.

Система ОГТС представляет собой комплекс технических средств диспетчерско-технологического и противоаварийного управления АЭС, который объединяет в единую систему технические средства промплощадки АЭС и ее внеплощадочных сооружений.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В соответствии с иерархией диспетчерско-технологического и противоаварийного управления система оперативной громкоговорящей и телефонной связи включает сети и технические средства:

– станционного уровня управления, охватывающие как здания и сооружения промплощадки АЭС, так и ее внеплощадочные сооружения;

– блочного уровня управления, охватывающие здания и сооружения энергоблоков АЭС.

– Виды и услуги связи, реализуемые системой ОГТС, были приведены в таблице 3.1.

– Структура системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи АЭС представлена в приложении Д.

– Построением системы ОГТС должно быть предусмотрено:

– единая для всех уровней диспетчерско-технологического и противоаварийного управления АЭС система цифровой оперативной связи, включающая взаимодействующие между собой три территориально разнесенные подсистемы оперативной громкоговорящей и телефонной связи: промплощадки АЭС, ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ;

– использование взаимно резервируемых каналов внешней связи для обеспечения взаимодействия подсистем промплощадки АЭС, ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ;

– иерархическая двухуровневая структура системы оперативной связи в пределах промплощадки АЭС (собственные технические средства связи для блочного и станционного уровней управления);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– использование единых (построенных на единой платформе) цифровых коммутационных средств для организации каналов оперативной телефонной и двусторонней громкоговорящей связи на всех уровнях управления АЭС;

– независимость цифровых коммутационных средств и образуемых ими сетей оперативной связи промплощадки АЭС, ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ;

– взаимодействие сетей связи станционного и блочного уровней управления по СЛ между независимыми цифровыми коммутационными средствами этих сетей;

– резервирование каналов оперативной связи энергоблоков за счет организации двух независимых сетей для энергоблоков: сеть связи БПУ и сеть связи РПУ;

– частичное дублирование технических средств и кабельных линий;

– возможность расширения системы без нарушения ее функционирования при дальнейшем увеличении количества энергоблоков АЭС.

Техническую основу системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи должны составлять ЦК, в качестве которых может использоваться специализированное коммутационное оборудование производственно-технологической связи или учрежденческо-производственные АТС, обеспечивающие возможность организации на единой платформе как телефонной, так и двустронней громкоговорящей связи.

На всех сетях системы должна использоваться единая система нумерации (как составная часть единой системы нумерации телефонных абонентов АЭС). В подсистеме ОГТС промплощадки АЭС должны быть

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

предусмотрены независимые, но взаимодействующие между собой сети связи станционного и блочного уровней управления.

Сеть оперативной громкоговорящей и телефонной связи станционного (верхнего) уровня управления включает:

- сеть оперативной связи руководства;
- сеть оперативной связи ЗПУПД АС;
- сеть оперативной связи ЗПУПД Г;
- сеть оперативной связи ЗПУПД РЭ.

Сеть оперативной связи руководства обеспечивает решение задач диспетчерско-технологического управления АЭС, как в повседневной деятельности, так и в чрезвычайных ситуациях. Абонентские устройства этой сети охватывают персонал ЦПУ, ЦПРК, руководство станции, начальников служб и энергоблоков АЭС.

Сети оперативной связи защищенных пунктов управления противоаварийными действиями обеспечивают решение задач противоаварийного управления как в пределах промплощадки, так и за ее пределами и охватывают рабочие места персонала внутреннего и соответствующих внешних ЗПУПД.

Вне зависимости от того, в каком режиме предусматривается работа ЗПУПД АС и ЗПУПД Г (автономное функционирование без постоянного присутствия персонала в условиях нормальной эксплуатации АЭС или с постоянным и (или) периодическим присутствием персонала), для оборудования оперативной громкоговорящей и телефонной связи, размещаемого в ЗПУПД АС и ЗПУПД Г обеспечивается:

а) непрерывное и бесперебойное функционирование цифровых коммутаторов в автономном режиме;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

б) дистанционный контроль технического состояния и управление дежурным персоналом связи режимами работы цифровых коммутаторов;

в) постоянная готовность абонентского оборудования к использованию по назначению.

Сети оперативной связи энергоблоков являются технической основой нижнего (блочного) уровня диспетчерско-технологического и противоаварийного управления.

Для повышения надежности управления на блочном уровне в каждом энергоблоке используются две независимые сети ОГТС: основная (сеть связи БПУ) и резервная (сеть связи РПУ), построенные на основе собственных технических средств - ЦК и оборудования их распределительных и абонентских сетей.

Основная сеть оперативной связи энергоблока предназначена для организации прямой громкоговорящей и телефонной связи оперативного персонала пунктов, щитов и постов управления и контроля энергоблока с подчиненным персоналом, а также связи между оперативным и эксплуатационным персоналом энергоблока в режиме нормального функционирования БПУ и его узла связи.

Основные сети оперативной связи каждого энергоблока строятся на базе своих собственных ЦК: ЦК 11 (для энергоблока 1), ЦК 21 (для энергоблока 2), ЦК31 (для энергоблока 3) и т. п.

Резервная сеть оперативной связи энергоблока должна выполнять в аварийном режиме эксплуатации (нарушение нормального функционирования БПУ и (или) узла связи БПУ) те же функции, что и основная сеть в режиме нормальной эксплуатации АЭС. Резервные сети оперативной связи каждого энергоблока также должны строиться на базе своих собственных, аналогично основным сетям.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В составе системы ОГТС предусмотрено использование абонентских устройств следующих видов:

– ПДС – системные цифровые многофункциональные устройства, обеспечивающие прямой вызов абонентов, организацию конференцсвязи и селекторных совещаний, а также другие разнообразные диспетчерские функции оперативной связи. Пульты диспетчерской связи должны устанавливаться на рабочих местах персонала в ЗПУПД АС, ЗПУПД Г, ЗПУПД РЭ, в помещениях ЦПУ и ЦПРК, на рабочих местах оперативного персонала энергоблоков (БПУ, РПУ, БЩРК, ЩВП);

– ТА многофункциональные с кнопочным номеронабирателем, офисного исполнения (настольные);

– ТА прямой связи (без номеронабирателя) настенного и настольного исполнения;

– ТА специальные промышленного исполнения, с номеронабирателем, с повышенным уровнем вызывного сигнала, с обеспечением возможности подключения светового устройства дублирования вызова;

– ПУГС, имеющие не менее трех рычагов (клавиш) вызова прямых абонентов, микрофон, встроенный усилитель, световое устройство сигнализации вызова (проблесковый маячок), и обеспечивающие возможность подключения дополнительных внешних громкоговорителей и СУДВ, используемых в случае установки в помещениях с повышенным уровнем шума.

В системе ОГТС должна быть обеспечена возможность организации СОДС, включающей абонентов, имеющих в качестве абонентских устройств ПДС, а также специально выделенные ПУГС или ТА.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Основные требования к организации СОДС:

– СОДС должна создаваться путем закрепления за каждым ПДС и выделенными ПУГС и ТА определенной группы прямых абонентов системы;

– СОДС должна быть «прозрачной» для любых прямых абонентов, закрепленных за данными ПДС или ПУГС;

– для любого абонента СОДС должна быть предусмотрена возможность определения его в качестве прямого абонента для нескольких ПДС, ПУГС и ТА;

– выделение абонентских устройств, создание групп абонентов, установка набора требуемых функций для каждого ПДС и ПУГС должно выполняться программными средствами соответствующих ЦК (с возможностью оперативного перепрограммирования).

Требования по «прозрачности» СОДС означают возможность предоставления абонентам ПДС следующих услуг:

а) функции прямого вызова и оперативного установления связи с любым прямым абонентом СОДС (время коммутации канала связи между устройствами не должно превышать 800 мс);

б) отображения (световой и звуковой индикации) вызовов, поступающих от прямых абонентов СОДС;

в) принудительного вызова занятого прямого абонента;

г) одновременного вызова и установления соединений с несколькими абонентами (конференцсвязь, селекторные совещания) – только для абонентов ПДС;

д) отображения состояния абонентских устройств прямых абонентов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Сети оперативной связи энергоблока должны охватывать все основные пункты (щиты) управления (БПУ, РПУ, БЩРК, ЩВП), местные щиты управления, помещения с постоянным присутствием персонала, отдельные периодически обслуживаемые помещения, а также коридоры и другие места на основных путях эвакуации персонала; сети оперативной связи энергоблоков должны обязательно охватывать транспортные шлюзы и шлюзы для прохода персонала в гермозону.

При этом в шлюзах, помещениях технических средств системы контроля и управления, местных щитов управления каналов безопасности и в других помещениях, содержащих оборудование важное для безопасности, должны устанавливаться абонентские устройства, как основной, так и резервной сетей оперативной связи энергоблоков.

Телефонные аппараты, размещаемые в помещениях с повышенным уровнем шума, должны быть помещены в шумозащищающие кабины и дополнительно оснащены световыми устройствами дублирования вызова, установленными вне кабины.

Соединительные линии между цифровыми коммутаторами и станциями записи системы документирования оперативных переговоров организуются с целью обеспечения контрольной звукозаписи переговоров персонала, ведущихся по каналам оперативной телефонной и громкоговорящей связи.

С целью своевременного и оперативного контроля работоспособности коммутационного оборудования системы должна быть предусмотрена возможность автоматизированного диагностирования работоспособности цифровых коммутаторов и передачи диагностической информации от них на АРМ КО телефонной связи. Одновременно АРМ КО должно обеспечивать возможность конфигурирования системы и дистанционного управления цифровыми коммутаторами.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Функции диагностирования прочего оборудования системы (в зависимости от ее глубины и назначения) должны быть реализованы встроенными средствами диагностирования технических средств системы или на базе дополнительных программно-аппаратных средств.

Автоматизированное диагностирование работоспособности оборудования должно осуществляться без перерывов в работе оборудования.

Системы оповещения и поиска персонала

Система оповещения и поиска персонала предназначена для передачи персоналом аварийных сигналов и команд речевого оповещения, поиска персонала и передачи ему распоряжений и указаний, в том числе, при пожаре и других экстремальных ситуациях, а также для автоматического приема и трансляции сигналов оповещения ГО, передаваемых по РСЦО.

Структура системы оповещения и поиска персонала представлена в приложении Е, организация оповещения и поиска персонала - в приложении Ж.

Виды и услуги, реализуемые в системе оповещения и поиска персонала были приведены в таблице 1.

Построением системы должно быть обеспечено:

– единая для всех уровней диспетчерско-технологического и противоаварийного управления АЭС система оповещения и поиска персонала, включающая взаимодействующие между собой три независимые подсистемы: промплощадки АЭС, ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ. Взаимодействие этих трех территориально разнесенных подсистем должно осуществляться по каналам внешней связи;

– иерархическая двухуровневая структура системы оповещения и поиска персонала в пределах промплощадки АЭС: собственные технические средства связи для блочного и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

станционного уровней диспетчерско-технологического и противоаварийного управления;

– использование единых сетевых и усилительно-коммутационных средств для организации линий оповещения и поиска персонала на всех уровнях управления;

– взаимодействие сетей связи станционного и блочного уровней управления по линиям связи, прокладываемым между независимыми сетевыми и усилительно-коммутационными средствами этих сетей;

– резервирование сетей оповещения и поиска персонала за счет организации двух независимых сетей (основной и дублирующей) для каждого энергоблока и АЭС в целом, независимых усилительно-коммутационных средств, устанавливаемых на узлах связи БПУ и РПУ, а также дублирования технических средств (распределительное и оконечное оборудование) и кабельных линий сетей оповещения;

– многоуровневая система приоритетов инициализации и передачи сигналов оповещения и речевых сообщений по сетям системы;

– разделение территории энергоблоков и общестанционных зданий и сооружений на отдельные зоны оповещения и поиска персонала с выделением для каждого уровня управления зон оповещения (индивидуальных, групповых, общих);

– закрепление за каждым усилительно-коммутационным блоком определенного набора зон оповещения, охватываемых его сетями звукового вещания;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– закрепление за каждым пультом управления определенного набора зон оповещения (в соответствии с принадлежностью данного ПУ к определенному уровню управления);

– возможность перехвата линий управления пультами верхнего (станционного) уровня управления (в соответствии с назначенным приоритетом) для передачи сигналов оповещения и (или) речевых сообщений в зоны, закрепленные за УКБ нижнего (блочного) уровня управления;

– возможность одновременной передачи в различные зоны оповещения, закрепленные за одним УКБ, сигналов оповещения и (или) речевых сообщений, инициируемых не менее чем тремя различными пультами управления или абонентскими устройствами систем телефонной связи;

– инициализация набора звуковых сигналов, применяемых для оповещения при различных аварийных и нештатных ситуациях и отличающихся по своим характеристикам;

– исключение возможности несанкционированного задействования пультов управления для передачи аварийных сигналов оповещения путем его механической или бесконтактной электромагнитной блокировки с помощью специального ключа доступа;

– использование для речевого оповещения заранее подготовленных и записанных в оперативную память технических средств системы текстов сообщений, а также непосредственная передача речевых сообщений оператором с помощью микрофона;

– инициализация и трансляция по сетям системы непосредственно перед передачей речевого сообщения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

специального звукового сигнала для привлечения внимания персонала, отличающегося по своим характеристикам от аварийных сигналов оповещения;

– организация проводного радиотрансляционного вещания в ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ с использованием установленных в них УКБ;

– использование системы оповещения и поиска персонала в качестве составной части системы оповещения и управления эвакуацией персонала при пожарах в зданиях и сооружениях АЭС в соответствии требованиями нормативных документов, касающихся организационно-технического построения СОУЭ;

– возможность расширения системы без нарушения ее функционирования при дальнейшем увеличении количества энергоблоков АЭС.

Основу системы составляют УКБ, предназначенные для усиления сигналов до необходимой мощности и распределение ее по линиям звукового вещания, а также обеспечивающие формирование сигналов оповещения и передачу их и речевых сообщений от пультов управления, устанавливаемых на рабочих местах персонала АЭС. Функции формирования сигналов оповещения могут быть реализованы также и пультами управления.

УКБ основной сети оповещения и поиска персонала должны находиться в постоянной готовности к работе (рабочий режим), дублирующей сети – в дежурном режиме (в горячем резерве). Перевод управления с основного на дублирующий УКБ должен осуществляться как вручную с любого (основного или дублирующего) ПУ системы, так и автоматически при отказе элементов основной сети.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В системе предусмотрено два вида ПУ:

– обеспечивающие возможность передачи только речевых сообщений;

– обеспечивающие возможность передачи, как речевых сообщений, так и аварийных сигналов оповещения.

Организации локальной сети линий управления системы оповещения и поиска персонала для АЭС в составе четырех энергоблоков представлена в приложении 3.

В системе предусмотрено три вида зон передачи аварийных сигналов оповещения и команд поиска персонала АЭС:

а) индивидуальные - охватывают здание целиком, часть здания или несколько однотипных (небольших) зданий;

б) групповые - охватывают одновременно группу зданий, объединенных однотипными технологическими производственными процессами;

в) общие - охватывают энергоблок в целом, общестанционную часть или всю территорию АЭС.

В системе обеспечено формирование сигналов следующих видов:

– звуковых - аварийные сигналы оповещения;

– речевых - команды поиска персонала и передачи ему указаний;

– световых - сигналы дублирования звуковых и речевых сигналов (для помещений с повышенным уровнем шума).

С целью обеспечения бесконфликтного управления сетями в системе организована многоуровневая система приоритетов, отображающая принятую для АЭС структуру диспетчерско-технологического и противоаварийного управления, с возможностью назначения каждому ПУ (рабочему месту) соответствующего приоритета.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Назначение приоритетов и их перераспределение (по заранее предусмотренным алгоритмам) должно обеспечиваться программными средствами с АРМ оператора системы оповещения и поиска персонала.

Системой приоритетов предусматривается три группы ПУ, которым назначаются следующие приоритеты:

– первый (высший) - для ПУ, устанавливаемых на ЦПУ и на отдельных рабочих местах оперативного персонала ЗПУПД;
– второй – для ПУ, устанавливаемых на БПУ и РПУ;
– третий – для всех ПУ, имеющих только функции поиска персонала.

Выходная мощность и количество выходных линий каждого УКБ определяется расчетом с учетом размеров территории, охватываемой сетями звукового вещания, подключенными к этому УКБ, количеством индивидуальных зон оповещения и поиска персонала, закрепленных за УКБ, а также уровнем постороннего акустического шума от технологического оборудования в обслуживаемых системой помещениях.

Оборудование системы оповещения и поиска персонала непосредственно взаимодействует с оборудованием систем общестанционной телефонной связи, проводного радиотрансляционного вещания и документирования оперативных переговоров.

В приложении Е, организация СЛ между СК 01 и АТС 01 системы общестанционной телефонной связи обеспечивает возможность речевого оповещения персонала и передачу ему команд и указаний по сетям системы оповещения и поиска персонала с использованием абонентских устройств систем телефонной связи.

Организация СЛ между СК 02 и РТУ 01 системы проводного радиотрансляционного вещания обеспечивает возможность автоматического

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

блокирования передач программ радиотрансляционного вещания в те зоны, которые задействуются для передачи сигналов оповещения и речевых сообщений.

Организация СЛ между сетевыми коммутаторами и станциями записи (основными и дублирующими) системы документирования оперативных переговоров обеспечивает регистрацию (контрольную звукозапись) сигналов оповещения и речевых команд, распоряжений и указаний оперативного персонала, передаваемых по сетям оповещения и поиска персонала.

Прием сигналов централизованного оповещения, передаваемых по РСЦО от органа управления по делам ГОЧС субъекта РФ, осуществляется с помощью оборудования приема сигналов централизованного оповещения, устанавливаемого на УС ЗПУПД Г или УС ЗПУПД АС.

Контроль технического состояния основного оборудования должен обеспечиваться встроенными аппаратными средствами и программным обеспечением этого оборудования. Кроме того, на аппаратные и программные средства этого оборудования возлагаются функции передачи информации о техническом состоянии на АРМ СО. Автоматизированное диагностирование работоспособности оборудования должно осуществляться без перерывов в работе оборудования.

Системы радиосвязи

Система радиосвязи предназначена для организации двухсторонней радиотелефонной связи персонала на территории АЭС и в 30-километровой зоне (включая ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ), а также резервной внутриобъектной радиосвязи пунктов управления и руководящего персонала АЭС в чрезвычайных ситуациях, при нарушениях в работе проводных каналов, недостатке наземных каналов, а также при отсутствии других средств связи в местах производства работ.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Система радиосвязи представляет собой транкинговую систему цифровой радиосвязи с автоматическим перераспределением каналов в соответствии со стандартом TETRA, обеспечивающую эффективную и конфиденциальную связь большому количеству радиоабонентов и удаленных групп, доступ всех радиоабонентов к выделенному числу радиоканалов, а также выход на сети систем телефонной связи АЭС.

Структурная схема системы радиосвязи представлена в приложении И.

Система радиосвязи построена по принципу двухзоновой системы, основу которой составляют две взаимно резервирующие базовые станции радиосвязи: БСР 01 (установлена на узле связи ЗПУПД АС) и БСР 02 (установлена на узле связи ЗПУПД Г), взаимодействующие по многоканальной цифровой соединительной линии, образуемой оборудованием комплекса средств внешней связи.

Построением системы радиосвязи должно быть предусмотрены следующие основные функции:

– речевые соединения (индивидуальные и групповые вызовы);

– цифровой сервис (передача статусных сообщений, коротких блоков данных, пакетов данных);

– всеобщий вызов (вызов и сообщение для всех радиоабонентов системы передается из какого-либо пункта управления);

– аварийный вызов (обслуживание вне очереди);

– выделение отдельного радиоканала высшего приоритета доступа для организации связи в экстренных случаях;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– обеспечение передачи в эфир специального сигнала, по которому базовая станция переводит все абонентские станции в режим групповой связи (для радиостанции высшего приоритета);

– диспетчерская связь (диспетчерская рабочая станция – радиоабонент);

– установка приоритетов определенной категории абонентов;

– передача текстовых сообщений (на русском языке) с уведомлением;

– определение статуса радиоабонента (вкл./ выкл./ занят);

– определение номера вызывающего радиоабонента;

– DTMF донабор;

– роуминг радиоабонентов;

– аутентификация радиоабонентов (защита от двойников);

– шифрование (E2E) информации, передаваемой по радиоканалам;

– организация радиоканалов между радиоабонентами как с использованием базовых станций, так и без их использования.

Построением системы должна быть предусмотрена возможность ее расширения без нарушения функционирования при дальнейшем увеличении количества энергоблоков АЭС.

Каждая базовая станция должна работать не менее чем на четырех несущих частотах, что позволит организовать не менее 14 рабочих каналов. При этом один рабочий канал должен обслуживать (с допустимым качеством

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обслуживания) до 40 радиоабонентов, а всего в системе - не менее 560 радиоабонентов (для четырехблочной АЭС).

В состав системы входит радиостанции абонентские: стационарные, носимые и автомобильные (предназначенные, в том числе, для оснащения подвижного узла связи АЭС).

Стационарными абонентскими радиостанциями оснащаются все основные пункты (щиты) управления (БПУ, РПУ, БЩРК, ЩВП и пр.) и центры технической поддержки энергоблоков, общестанционные пункты управления (ЦПУ, ЦПРК), внутренний и внешние ЗПУПД, убежища ГО, пожарное депо и другие необходимые помещения и рабочие места персонала в соответствии с принятой на АЭС структурой диспетчерско-технологического и противоаварийного управления.

Для обеспечения электромагнитной совместимости с радиоэлектронными средствами других технологических систем АЭС стационарные абонентские радиостанции (включающие высокочастотные блоки) вынесены за пределы помещений тех пунктов управления (рабочих мест), для которых они обеспечивают радиосвязь, а в этих помещениях устанавливаются низкочастотные пульты управления радиостанциями.

Для обеспечения электромагнитной совместимости с техническими средствами других технологических систем АЭС до начала использования радиосредств на атомной станции должны быть определены зоны (здания, помещения и(или) места), в которых использование носимых радиостанций системы не допускается.

Антенны базовых станций должны монтироваться на специальных, отдельно стоящих мачтовых опорах или на крышах зданий. Антенны стационарных абонентских радиостанций, устанавливаемых в помещениях технологических пунктов и щитов управления, а также в помещениях

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

оперативного персонала должны монтироваться, как правило, на крышах зданий с использованием радиомачт, а антенны стационарных абонентских радиостанций защищенных пунктов управления противоаварийными действиями – на специальных мачтовых опорах, устанавливаемых вне границ возможных завалов, которые могут быть созданы ближайшими к ним сооружениями.

В состав антенно-фидерных трактов базовых станций и стационарных абонентских радиостанций должны быть включены грозоразрядники.

Для обеспечения эффективного управления персоналом АЭС в системе должна быть предусмотрена организация нескольких радиосетей (НСС, начальников смен энергоблоков, персонала других пунктов и щитов управления, персонала ЗПУПД).

При организации группового вызова должно быть обеспечено формирование определенной радиосети из требуемой группы абонентов с возможностью ведения радиообмена между любыми абонентами данной группы.

Оборудование системы радиосвязи должно непосредственно взаимодействовать с оборудованием системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи и оборудованием системы документирования оперативных переговоров.

В приложении К, использование соединительной линии, организуемой между БСР 01 и ЦК 01, должно обеспечивать установление двусторонней связи между абонентами этих систем. С использованием этой соединительной линии, а также соединительных линий, организуемых от АТС 01 общестанционной телефонной связи в направлении к цифровому коммутатору ОГТС ЦК 01 и к контроллеру базовых станций беспроводной микросотовой связи КБС 01 (приложение А), обеспечивается установление соединений радиоабонентов

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

транкинговой радиосвязи с абонентами общестанционной телефонной связи и абонентами системы эксплуатационных радиотелефонов.

Соединительные линии между стационарными абонентскими радиостанциями и станциями записи системы документирования оперативных переговоров должны обеспечивать регистрацию (контрольную звукозапись) всех переговоров персонала, ведущихся по сетям радиосвязи.

Диспетчеризация системы должна обеспечивать высокую информативность контроля работоспособности базовой станции и сетевых соединений, управление радиоабонентами посредством прикладных программ, присвоение подвижным пользователям и группам различных уровней доступа в систему, разрешение или запрет возможности установления соединений с абонентами систем телефонной связи.

Встроенная система диагностирования оборудования должна обеспечить предоставление детальной информации эксплуатационного статуса по всем элементам системы и телефонной загрузке, а также по состоянию и неисправности отдельных элементов системы.

Системы документирования оперативных переговоров

Система документирования оперативных переговоров предназначена для автоматического документирования на магнитном или электронном носителе передаваемых по каналам связи сигналов оповещения, команд, распоряжений, а также переговоров оперативного персонала.

Система документирования оперативных переговоров на всех уровнях управления должна сохранять работоспособность и обеспечивать сохранение регистрируемой информации в условиях нарушений в энергосистеме, нарушений в работе АС, проектных и запроектных аварий.

Организация документирования оперативных переговоров представлена в приложении К.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Построением системы документирования оперативных переговоров предусмотрено:

– единая для всех уровней диспетчерско-технологического и противоаварийного управления система, включающая независимые подсистемы, обеспечивающие документирование переговоров оперативного персонала энергоблоков, общестанционных зданий промплощадки АЭС, ЗПУПД Г и ЗПУПД РЭ;

– круглосуточное автоматическое документирование следующих видов информации:

а) переговоров оперативного персонала, по каналам системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи;

б) сигналов оповещения и речевых команд, распоряжений и указаний оперативного персонала, передаваемых по сетям системы оповещения и поиска персонала;

в) переговоров оперативного персонала, по каналам системы радиосвязи;

г) переговоров оперативного и отдельного эксплуатационного персонала по каналам системы общестанционной телефонной связи;

д) переговоров оперативного и эксплуатационного персонала, осуществляемых с использованием абонентских устройств внешней связи;

е) резервирование каналов записи регистрируемой информации, передаваемой с использованием технических средств промплощадки АЭС, за счет ее одновременной записи на основные и дублирующие (взаимно резервирующие) станции записи;

з) возможность перезаписи информации на внешний носитель;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

и) синхронизация по времени всех станций записи, осуществляемая от первичных часов системы часофикации;

к) передача формируемых станциями записи энергоблоков цифровых потоков регистрируемой информации на оборудование системы регистрации параметров важных для эксплуатации («Черный ящик»).

В составе системы документирования оперативных переговоров предусмотрены следующие автономные станции записи:

– по две независимые станции записи (основная и дублирующая) в каждом энергоблоке; устанавливаются на узлах связи БПУ и РПУ;

– две независимые станции записи (основная и дублирующая) на общестанционной территории промплощадки АЭС, устанавливаются на узле связи ЗПУПД АС;

– одна станция записи, устанавливаемая в ЗПУПД Г;

– одна станция записи, устанавливаемая в ЗПУПД РЭ.

В системе должна обеспечиваться контрольная запись сигналов оповещения, команд и оперативно-диспетчерских переговоров, следующего персонала: БПУ, РПУ, ЦТП, БЩРК и ЩВП энергоблоков, НСС и другого оперативного персонала ЦПУ, персонала ЦПРК, а также основного персонала внутреннего и внешних ЗПУПД.

Станции записи должны обеспечить регистрацию и последующее воспроизведение служебной информации о времени начала и окончания переговоров (передачи сигналов), а также идентификационных признаков:

– вызывающего и вызываемого абонентов - для переговоров, осуществляемых по регистрируемым каналам оперативной громкоговорящей и телефонной связи и общестанционной телефонной связи;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– пульта управления и зоны, в которую передается сигнал или речевое сообщение - для звуковых сигналов и речевой информации, передаваемых по сетям системы оповещения и поиска персонала;

– стационарной абонентской радиостанции, с использованием которой ведутся радиопереговоры;

– абонентского устройства внешней связи, с использованием которого ведутся переговоры персоналом АЭС.

С целью обеспечения регистрации сигналов оповещения и переговоров персонала от станций записи должны быть предусмотрены следующие соединительные линии, прокладываемые в направлении к оборудованию связи.

1) Цифровые:

– к АТС 01 общестанционной телефонной связи;

– к цифровым коммутаторам оперативной громкоговорящей и телефонной связи;

– к сетевым коммутаторам системы оповещения и поиска персонала.

2) Аналоговые:

– к стационарным абонентским радиостанциям;

– к абонентским устройствам внешней связи.

Характеристики станций записи, цифровых коммутаторов оперативной связи и АТС общестанционной телефонной связи, а также интерфейсов соединительных линий, прокладываемых между ними, должны обеспечивать передачу регистрируемой информации в цифровом потоке (E1) с возможностью последующего выделения из этих цифровых потоков информации о переговорах определенных абонентов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Кроме того, построением системы должны быть предусмотрены соединительные линии:

– между станциями записи энергоблоков (основных и дублирующих) и оборудованием системы регистрации параметров важных для эксплуатации - с целью передачи регистрируемой информации в «Черный ящик»;

– между первичными часами системы часофикации и всеми станциями записи (с целью автоматической коррекции текущего времени внутренних часов станций записи по сигналам единого времени).

В процессе эксплуатации системы должна быть обеспечена возможность расширения перечня абонентов, переговоры которых подлежат контрольной звукозаписи, без нарушения нормального функционирования системы.

В системе должно быть предусмотрено проведение автоматизированного диагностирования работоспособности станций записи без перерывов в их работе, осуществляемое программно-аппаратными средствами.

Основной принцип построения сетей оперативной связи - применение радиально-кольцевой топологии (типа «кольцо-звезда»).

Комплекс современной системы связи и оповещения включает в себя следующие виды связи:

– директорскую – полнодуплексная селекторная связь;

– громкоговорящую – между технологическими пультами, рабочими местами и диспетчером;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– командно-поисковая связь и громкое оповещение – для информирования и поиска персонала;

– диспетчерскую – для связи диспетчера энергоблока с любым абонентом системы или для оперативного объявления через систему оповещения.

Перечень и технические данные основного оборудования системы оперативной связи и оповещения для предприятий энергетического комплекса

В составе системы оперативной связи и оповещения предприятий энергетического комплекса применяется, как правило, оборудование проверенной конструкции, имеющее положительный опыт эксплуатации в подобных условиях.

Конструкция оборудования, применяемого в составе системы оперативной связи, должна отвечать специальным требованиям по исполнению, надежности, пожаробезопасности, электромагнитной совместимости с техническими средствами других технологических систем.

В состав системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи входят: цифровые коммутаторы (ЦК), кабельные кроссы, пульты диспетчерской связи (ПДС), многофункциональный телефонный аппарат (ТА), переговорное устройство громкоговорящей связи (ПУГС), ТА прямой связи, специальный ТА промышленного исполнения и световое устройство дублирования вызова (СУДВ).

В состав системы оповещения и поиска персонала входят: усилительно-коммутационные блоки (УКБ), пульты управления (ПУ), сетевой коммутатор (СК), громкоговорители (настенные, потолочные и рупорные) и устройство световой сигнализации (УСС).

В состав системы радиосвязи входят: базовая станция радиосвязи (БСР), радиостанция абонентская (стационарная, переносная, автомобильная).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В состав системы документирования оперативных переговоров входят станции записи (СЗ).

В приложении Л приведены наименование оборудования, обозначения, основные технические характеристики, классы безопасности, категории сейсмостойкости и количество.

Конструкцией оборудования обеспечивается возможность непрерывной круглосуточной работы. В процессе нормальной эксплуатации перерывы для проведения технического обслуживания, как правило, допускаться не должны.

Использование по назначению абонентского оборудования в режиме нормальной эксплуатации систем оперативной связи осуществляется оперативным (дежурным) персоналом без привлечения персонала службы связи.

При приеме-сдаче смены оперативный (дежурный) персонал должен проверять наличие и работоспособность технических средств оперативной связи, имеющихся на рабочих местах.

В целях обеспечения бесперебойной работы средств связи на АЭС организовывается круглосуточное дежурство персонала СДТУ.

Классификация оборудования по безопасности и сейсмостойкости

Все оборудование оперативной связи и оповещения предприятий энергетического комплекса должно быть классифицировано по безопасности в соответствии требованиями НП-001-97 и по сейсмостойкости в соответствии требованиями НП-031-01. Назначенные классы безопасности и категория сейсмостойкости оборудования оперативной связи указаны в приложении Л.

В соответствии с классификацией по НП-001-97 все подсистемы оперативной связи АЭС (система оперативной громкоговорящей и телефонной связи; система оповещения и поиска персонала; система радиосвязи, система

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

документирования оперативных переговоров) по назначению являются системами нормальной эксплуатации важными для безопасности, так как включают технические средства, которым присвоен класс безопасности 3Н по НП-001-97.

Оборудование, отнесенное к категории сейсмостойкости I по НП-001-97, должно сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности предприятий энергетического комплекса, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно, а также при землетрясении интенсивностью до ПЗ включительно и после его прохождения.

Оборудование, отнесенное к категории сейсмостойкости II должно сохранять работоспособность после прохождения землетрясения интенсивностью до ПЗ включительно.

Обеспечение качества

Оборудование оперативной связи предприятий энергетического комплекса должно быть классифицировано по обеспечению качества. При этом каждой единице оборудования присваивается определенная категория обеспечения качества.

В ходе разработки и изготовления программно-технических средств систем оперативной связи должны выполняться требования по менеджменту качества, объем которых основывается на дифференцированном подходе к обеспечению качества в соответствии с классификацией оборудования по категориям обеспечения качества. Для позиций оборудования, отнесенного к элементам важным для безопасности класса 3Н по НП-001-97, должны быть в соответствии с требованиями НП-011-99 разработаны и внедрены программы обеспечения качества.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Разработчики, изготовители и поставщики систем оперативной связи должны иметь необходимые разрешения и лицензии в соответствии с требованиями законодательства, а также применяемых правил, норм и стандартов. Все применяемое в составе оперативной связи оборудование должно быть сертифицировано в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Организация электропитания

Электроснабжение центрального оборудования оперативной связи осуществляется в соответствии с типовой схемой, приведенной на рисунке 1.

С учетом требований РД ЭО 0329 по надежности электроснабжения средства оперативно-диспетчерской связи и оповещения персонала относятся к потребителям первой группы. В связи с этим электроснабжение всего центрального оборудования оперативной связи, предназначенного, в том числе, для предупреждения и ликвидации аварийных ситуаций, а также обеспечения связи при проектных и запроектных авариях осуществляется от системы надежного электроснабжения нормальной эксплуатации.

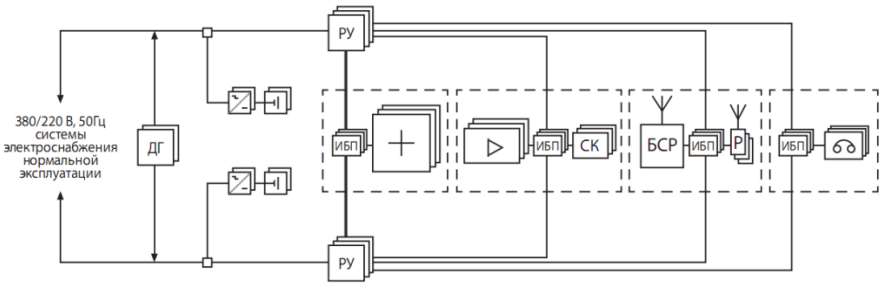


Рисунок 1. Типовая схема организации электроснабжения центрального оборудования оперативной связи

С целью удовлетворения требованиям к электропитанию в составе технических средств оперативной связи предусмотрены собственные источники бесперебойного питания, обеспечивающие подвод к ним, как правило, двух

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

фидеров 220 В от распределительных устройств взаиморезервируемых источников системы надежного электроснабжения нормальной эксплуатации. В составе ИБП предусмотрены устройства автоматического ввода резерва, а также аккумуляторные батареи, обеспечивающие нормальное функционирование технических средств в течение не менее трех часов.

Кроме того, должно быть обеспечено исключение сбоев в работе программно-аппаратных средств оборудования связи при возможных переключениях в системе электроснабжения.

Для питания центральных устройств связи предусматриваются отдельные распределительные устройства переменного тока напряжением 380/220 В.

Надежность электроснабжения абонентского оборудования оперативной связи, устанавливаемого на рабочих местах персонала обеспечивается путем организации его электропитания от соответствующего центрального оборудования по линиям связи:

- ПУГС и СУДВ системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи - от соответствующих цифровых коммутаторов;

- ПУ и УСС системы оповещения и поиска персонала – от соответствующих усилительно-коммутационных блоков;

- ПУ системы радиосвязи – от абонентских стационарных радиостанций.

Электропитание носимых радиостанций осуществляется от встроенных аккумуляторных батарей.

Надежное и беспрерывное электропитание оборудования оперативной связи предусматривается в течение всего периода времени, необходимого для ликвидации возможных аварийных ситуаций.

В состав системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи входят: цифровые коммутаторы (ЦК), кабельные кроссы, пульты диспетчерской

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

связи (ПДС), многофункциональный телефонный аппарат (ТА), переговорное устройство громкоговорящей связи (ПУГС), ТА прямой связи, специальный ТА промышленного исполнения и световое устройство дублирования вызова (СУДВ). В состав системы оповещения и поиска персонала входят: усилительно-коммутационные блоки (УКБ), пульты управления (ПУ), сетевой коммутатор (СК), громкоговорители (настенные, потолочные и рупорные) и устройство световой сигнализации (УСС). В состав системы радиосвязи входят: базовая станция радиосвязи (БСР), радиостанция абонентская (стационарная, переносная, автомобильная). В состав системы документирования оперативных переговоров входят станции записи (СЗ).

Разработаны рекомендации по обеспечению менеджмента качества, объем которых основывается на дифференцированном подходе к обеспечению качества в соответствии с классификацией оборудования по категориям обеспечения качества.

Разработаны рекомендации по организации электропитания центрального оборудования оперативной связи, которое с учетом требований РД ЭО 0329 относится к потребителям первой группы.

Комплекс технических средств связи и оповещения является неотъемлемой частью системы диспетчерско-технологического и противоаварийного управления, обеспечивающей безопасную эксплуатацию, оперативное обслуживание, оперативный контроль за ведением заданного режима энергоблоков и управление противоаварийными действиями в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

В статье был представлен вариант системы внутренней оперативной связи и оповещения для предприятий энергетического комплекса. Основной принцип построения сетей оперативной связи - применение радиально-кольцевой топологии (типа «кольцо-звезда»).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Комплекс современной системы связи и оповещения включает в себя следующие виды связи:

- директорскую – полнодуплексную селекторная связь;
- громкоговорящую – между технологическими пультами, рабочими местами и диспетчером;
- командно-поисковую связь и громкое оповещение – для информирования и поиска персонала;
- диспетчерскую – для связи диспетчера энергоблока с любым абонентом системы или для оперативного объявления через систему оповещения.

В состав системы оперативной громкоговорящей и телефонной связи входят: цифровые коммутаторы, кабельные кроссы, пульты диспетчерской связи, многофункциональный телефонный аппарат, переговорное устройство громкоговорящей связи, телефонный аппарат прямой связи, специальный телефонный аппарат промышленного исполнения и световое устройство дублирования вызова. В состав системы оповещения и поиска персонала входят: усилительно-коммутационные блоки, пульты управления, сетевой коммутатор, громкоговорители (настенные, потолочные и рупорные) и устройство световой сигнализации. В состав системы радиосвязи входят: базовая станция радиосвязи, радиостанция абонентская (стационарная, переносная, автомобильная). В состав системы документирования оперативных переговоров входят станции записи.

Также, была приведена классификация оборудования по безопасности и сейсмостойкости и разработаны рекомендации по обеспечению качества и организации электропитания.

Библиографический список

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1. Оптические системы передачи [Текст]: Учебник для вузов / Под ред. В.И. Иванова. – М.: Радио и связь, 1994. – 254 с.

2. Телекоммуникационные системы и сети [Текст]: Учебное пособие. В 3-х томах / Под ред. проф. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. Т. 3. Мультисервисные сети. – 285 с.

3. Лихтциндер, Б.Я. Интеллектуальные сети связи [Текст] / Б.Я. Лихтциндер, М.А. Кузякин, А.В. Росляков, С.М, Фомичев – М.: Эко-Трендз, 2007. – 401 с.

4. Телекоммуникационные системы и сети [Текст]: Учебное пособие. В 3-х томах / Под ред. проф. В.П. Шувалова. – 3-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. Т. 1. Современные технологии. – 306 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 614.8

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С. Система оповещения муниципального образования на примере с. Фитиж Курской области

The notification system of a municipal formation on an example with. Fitizh of Kursk region

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С.
Юго-Западный государственный университет
Shevtsov A.N., Shchitov A.N., Koptev D.S.
Southwestern State University

Аннотация. *Огромное значение в системе мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при ЧС природного и техногенного характера, имеет оповещение и информирование населения. Оповещение и информирование населения является одной из главных составляющих системы управления и одной из основных задач органов управления всех уровней.*

Ключевые слова*: атомная электростанция, гражданская оборона, дежурная диспетчерская служба*

Abstract*. Great importance in the system of measures for the preparation for protection and protection of the population, material and cultural values from the dangers arising during the conduct of military operations or as a result of these actions, as well as in the case of natural and man-made disasters, is notified and informed of the population. Informing and informing the public is one of the main components of the management system and one of the main tasks of the management bodies at all levels.*

Keywords*: nuclear power plant, civil defense, duty dispatch service*

Одним из важнейших мероприятий по защите от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера населения – это заблаговременно оповестить и проинформировать о возникновении или угрозе, возникновения какой – либо опасности. Оповестить население – это предупредить его о лесном пожаре надвигающемся наводнении, или о другом стихийном бедствии, передать информацию о случившейся аварии или катастрофе или же сообщить о возможных поражающих факторах при применении оружия массового уничтожения в условиях военного времени. В Российской Федерации, широко распространена сеть проводного вещания Большинство предприятий, объектов сельского хозяйства, учебных заведений имеют свои местные радиоузлы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Дополняются они не менее мощной системой республиканских, краевых и областных телевизионных центров и ретрансляторов, широковещательных и местных радиостанций. В настоящее время почти с полной уверенностью можно сказать, что нет, ни одного дома, ни одной квартиры, где бы не было радиоприемника, телевизора. Вся эта система дополняется в городах развитой сетью электрических сирен, расположенных на крышах зданий и в ряде производственных помещений. Такая разветвленная сеть, густонасыщенная средствами связи, создает благоприятные условия для оповещения населения о возникновении чрезвычайных ситуаций, дает возможность быстро проинформировать о случившемся, рассказать о правилах поведения в конкретно сложившихся условиях. Основными средствами оповещения населения в городах являются электросирены, городская радиотрансляционная сеть, уличные и квартирные громкоговорители, которые дополняются мобильными средствами. Систем оповещения сельских районов в настоящее время практически нет, поэтому сигналы централизованного оповещения регионального уровня доводятся только до районных центров. Для информирования сельских жителей планируется задействовать сети УКВ ЧМ вещания, призванные заменить на селе проводное вещание.

Оповещение населения является одной из основных главных задач органов власти всех уровней, защита населения начинается с своевременного оповещения и информирования о возникновении или угрозе возникновения какой – либо опасности; и без наличия оперативной, постоянно готовой к использованию системы оповещения невозможно решать задачи защиты населения.

Система оповещения – составная часть системы управления ГО и РСЧС, представляющая собой организационно – техническое объединение сил и специальных технических средств оповещения, сетей вещания, каналов сетей

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

связи общего пользования и ведомственных сетей связи и специальная аппаратура дистанционного управления (П-160, П-163, П-166).

К техническим средствам оповещения, используемым в системах оповещения, относятся:

– устройства, через которые доводится информация (условные сигналы) до руководящего состава и должностных лиц ГО (служебные и квартирные телефоны, пейджеры, сотовые и спутниковые телефоны, радиостанции и пр.);

– устройства, обеспечивающие передачу (подачу) условных сигналов или речевых сообщений населению (электрические сирены, радио – и телевизионные приемники, радиотрансляционные точки, уличные громкоговорители и пр.);

– комплексы специально разработанной для использования в системах оповещения аппаратуры, обеспечивающей автоматизированную передачу органам управления и силам ГО условных сигналов, распоряжений и речевых сообщений, а также централизованное дистанционное включение технических средств оповещения должностных лиц ГО и населения.

Целью создания системы оповещения населения – это обеспечение своевременного доведения сигналов оповещения и информации об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также угрозе возникновения или возникновении ЧС до населения, органов управления городской территориальной подсистемы РСЧС и ГО. Оповещение начинается с передачи заранее установленных и предельно понятных населению сигналов оповещения. После этого необходимо довести информацию об опасности и порядке поведения" в создавшихся условиях, чтобы избежать поражения людей от вредных поражающих факторов при той или иной ЧС.

Процесс оповещения населения обязательно сопровождается:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– организацией оповещения органов управления и ответственных должностных лиц, принимающих решения на проведение конкретных мероприятий по защите населения и аварийно – спасательных и других неотложных работ в районах ЧС;

– доведением в сжатые сроки до органов управления, должностных лиц и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации, а также населения на соответствующей территории (субъект РФ, город, населенный пункт, район) заранее установленных сигналов, распоряжений и информации органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления относительно возникающих угроз и порядка поведения в создавшихся условиях. Ответственность за организацию и практическое осуществление оповещения несут руководители органов исполнительной власти соответствующего уровня.

В системе РСЧС порядок оповещения населения предусматривает сначала, при любом характере опасности, включение электрических сирен, прерывистый (завывающий) звук которых означает единый сигнал опасности «Внимание всем!». Услышав этот сигнал, люди должны немедленно включить имеющиеся у них средства приема речевой информации – радиоточки, радиоприемники и телевизоры, чтобы прослушать информационные сообщения о характере и масштабах угрозы, а также рекомендации наиболее рационального способа своего поведения в создавшихся условиях. Речевая информация должна быть краткой, понятной и достаточно содержательной, позволяющей понять, что случилось и что следует делать. Сигналы оповещения и информация, доводимые до органов управления, должностных лиц и сил РСЧС носят характер и содержание, соответствующие решаемым задачам. Это особая информационная ветвь в общей системе оповещения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Следует подчеркнуть, что промедление с задействованием системы оповещения в значительной мере снижает эффективность защитных мероприятий и может привести к неоправданным жертвам и потерям среди населения. Это подтверждается трагическими событиями в первые сутки при аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году.

Особенности системы информирования населения

Своевременное оповещение населения о надвигающейся опасности, о создавшейся в зоне опасности обстановке, а также информирование о порядке поведения в условиях чрезвычайных ситуаций является одним из главных мероприятий по защите населения от чрезвычайных ситуаций. Основной способ оповещения населения об опасностях – это передача информации и сигналов оповещения по сетям связи для распространения программ телевизионного вещания и радиовещания.

В настоящее время используются системы связи и оповещения:

– сирены;

– уличные громкоговорители;

– светодиодные экраны (ОКСИОН);

– сети теле – и радиовещания;

– сотовая связь;

– Интернет;

– другие меры (подвижные средства информирования).

Более подробно рассмотрим системы оповещения и сделаем вывод, какие наиболее предназначены в сельской местности.

Сирены предназначены для подачи сигнала населению «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!». Этот сигнал привлекает (обращает) внимание населения на необходимость приема последующих основных и экстренных сигналов оповещения по гражданской обороне. Предупредительный сигнал «ВНИМАНИЕ

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ВСЕМ!» представляет собой завывающий звук сирены, который достигается периодическим снятием напряжения с электродвигателя сирены: 9 секунд сирена находится под напряжением и формирует мощный звук в широком диапазоне звуковых частот, на 6 секунд напряжение снимается с сирены и ее звучание ослабевает. Такой цикл включения и выключения сирены повторяется 11 раз, после чего сирена автоматически прекращает свою работу. Таким образом, время передачи предупредительного сигнала для населения «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!» составляет не более 165 секунд.

Сирены устанавливаются в населенных пунктах с населением более 500 человек. Для обеспечения сплошного звукового покрытия они размещаются на крышах высоких зданий. При этом одна электросирена типа С – 40 обеспечивает эффективную площадь звукопокрытия в городе с высокоэтажной застройкой порядка 0,3 – 0,7 $км^2$.Кроме того, для передачи предупредительного сигнала населению «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!» могут быть использованы прерывистые гудки промышленных предприятий и транспортных средств. При этом население должно знать, что прерывистые гудки предприятий и транспортных средств, а также завывающее звучание сирен означает сигнал «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!».

Уличные громкоговорители являются более эффективным средством оповещения населения, находящегося вне дома. Их применение в целях оповещения населения более универсально: с помощью уличных громкоговорителей можно воспроизводить звук электросирен и затем транслировать передачу речевых информационных сообщений. Уличные громкоговорители устанавливаются в местах наибольшего скопления людей (площади и оживленные улицы, объекты транспорта и торговли, вокзалы, стадионы, промышленные и учебные заведения) и подключаются к специальным линиям радиотрансляционной сети города (населенного пункта).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Включение уличных громкоговорителей для передачи информации населению о чрезвычайной ситуации осуществляется оперативных дежурным или специально уполномоченным по ГОЧС через специальные устройства, размещенные на радиотрансляционном узле. Очень многое зависит от компетентности и ответственности дежурного персонала потенциально опасных объектов. Быстро, почти мгновенно оценить обстановку и немедленно включить систему оповещения – вот главное требование к тем, кто несет дежурство на диспетчерском пункте. Ответственность за организацию связи и оповещения несут руководители и специально уполномоченные в области защиты населения всех рангов, а непосредственное обеспечение и поддержание связи в исправном состоянии осуществляют начальники служб связи и оповещения областей, городов, районов и объектов экономики, то есть начальники областных, городских и районных узлов связи. Они отвечают за техническое состояние аппаратуры связи, кабельных и воздушных линий, организуют аварийно – восстановительные и ремонтные работы на сооружениях и коммуникациях. Для выполнения этих задач в их распоряжении находятся специализированные формирования (команды, группы, бригады, звенья). С целью организации своевременного оповещения и информирования населения о характере и возможных последствиях ЧС в период повседневной деятельности на всех объектах экономики и в организациях, в местных и территориальных звеньях управления по делам ГО и ЧС разрабатываются соответствующие планы оповещения населения.

План оповещения населения в зависимости от характера ЧС и условий их возникновения является основным документом для организации оповещения и информирования населения за минимально возможное время. При этом основная задача населения сводится к тому, чтобы знать и применять

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

адекватные меры по обеспечению личной безопасности, соответствующие переданной – принятой информации о возникшей чрезвычайной ситуации.

Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) – это организационно – техническая система, объединяющая аппаратно – программные средства обработки, передачи и отображения аудио, видео и текстовой информации в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности на водных объектах и охраны общественного порядка, своевременного оповещения и оперативного информирования граждан о ЧС и угрозе террористических акций, мониторинга обстановки и состояния правопорядка в местах массового пребывания людей на основе использования современных технических средств и технологий. Светодиодные экраны похожи на рекламные щиты. В обычное время они транслируют информацию рекламного характера, а в случае ЧС могут передавать информацию о том, что произошло и как людям себя вести.

Сети теле – и радиовещания – наиболее массовые информационные системы, охватывающие практически все население России, и поэтому являются одними из основных каналов информирования и оповещения населения, а перспективные системы оповещения населения должны использовать их потенциал в полном объеме. Основу государственной системы телерадиовещания составляют Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийская государственная телевизионная и радиовещательная компания» (ВГТРК), Федеральное государственное унитарное предприятие «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» (РТРС), Федеральное государственное унитарное предприятие «Космическая связь», Федеральное государственное унитарное предприятие «Телевизионный

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

технический центр «Останкино». Наземный сегмент государственной телевизионной и радиовещательной сети составляют региональные республиканские, краевые и областные радиотелевизионные передающие центры, входящие в состав единого государственного оператора телерадиовещания РТРС, ответственного за эфирную наземную трансляцию общероссийских обязательных общедоступных телеканалов и радиоканалов на всей территории Российской Федерации, а также за создание и развертывание цифровых наземных сетей для эфирной трансляции обязательных телерадиоканалов. К настоящему времени в Российской Федерации имеются существенные различия в доступности эфирных телевизионных каналов для населения в различных регионах страны, при этом около 1,6 млн. человек, проживающих примерно в 10 тыс. населенных пунктах, не охвачено телевизионным вещанием, а более 3 млн. человек имеют возможность принимать лишь одну телевизионную программу. Ухудшилась ситуация с внутрироссийским государственным радиовещанием, что характеризуется суммарным сокращением охвата вещанием более чем на 25 млн. человек и низким, не более 70% городского населения страны, показателем охвата качественным стереофоническим УКВ – вещанием. В результате снижения загрузки и мощности передатчиков государственное радиовещание сегодня не может в полном объеме выполнять функцию оповещения в чрезвычайных ситуациях, что является одной из основных его функций наиболее массовые информационные системы, охватывающие практически все население России, и поэтому являются одними из основных каналов информирования и оповещения населения, а перспективные системы оповещения населения должны использовать их потенциал в полном объеме.

Наиболее динамично в последние годы в России развиваются сети подвижной радиотелефонной связи. Количество абонентских устройств,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

подключенных к сетям мобильной связи к началу 2013 года, достигло более чем 256 млн. штук, что значительно превышает количество стационарных абонентов телефонной сети общего пользования. Основной действующей технологией в сетях мобильной связи является технология 2G – 124 тыс. базовых станций, а наиболее динамично развивается применение технологии 3G – 38 тыс. при росте за два года в 4 раза. На долю наиболее крупных операторов («Мегафон», «МТС» и «Билайн») приходится 82% базовых станций.

Такой значительный охват населения и территории делает сети подвижной радиосвязи привлекательными для использования в целях оповещения населения об угрозах, возникающих при ЧС природного и техногенного характера. В настоящее время у операторов связи отсутствуют основания безвозмездно оказывать услуги по информированию населения об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации до момента официального объявления таковой. Оказание услуг связи для государственных и муниципальных нужд осуществляется на основе договора возмездного оказания услуг связи.

Интернет стремительно развивающаяся в последнее десятилетие сеть передачи данных общего пользования «Интернет» по разным оценкам имеет в 2012 г. в России порядка 50% пользователей от общего числа населения. Учитывая тенденцию к расширению возможностей беспроводных технологий указанной сети и прогнозируемый дальнейший рост числа пользователей, Интернет представляет несомненный интерес для использования в качестве канала распространения сообщений оперативного информирования и оповещения населения, но на данный момент его потенциал задействуется крайне ограниченно. Необходимо проведение исследований для разработки технических решений для информирования и оповещения населения через информационно – коммуникационную сеть «Интернет», в том числе с использованием возможностей социальных сетей.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

К другим мерам можно отнести в случае чрезвычайной ситуации может быть организован объезд территории на машинах с громкоговорителями, сотрудники местных ОВД, мобильные комплексы информирования и оповещения населения (МКИОН), также информация о ЧС поступает к сотрудникам жилищных служб, вспомогательные устройства

В качестве вспомогательных средств используются подвижные сигнальные громкоговорящие установки, размещаемые на автомобилях, вертолетах и самолетах, электромегафоны.

Оповещение местного уровня (оповещение муниципального образования)

Муниципальное образование Фитижского сельсовета, можно отнести к местному уровню. Местная система оповещения и информирования предназначена для своевременного доведения сигналов оповещения и информации до населения сельского поселения, органов управления гражданской обороны и муниципального звена территориальной подсистемы МО «Льговского муниципального района» единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – силы и средства РСЧС) об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций.

Оповещение и информирование о ЧС руководящего состава и населения села Фитиж показаны на рисунке 1.3

Основной задачей местной системы оповещения о ЧС является обеспечение доведения сигналов оповещения до:

– главы администрации села;

– сил и средств муниципального звена (сельского поселения) РСЧС;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– руководящего состава гражданской обороны и звена территориальной подсистемы РСЧС, созданного муниципальным образованием;

– специально подготовленных сил и средств, предназначенных и выделяемых (привлекаемых) для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, сил и средств гражданской обороны на территории муниципального образования, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»;

– населения, проживающего на территории соответствующего муниципального образования.

Основу местной системы оповещения и информирования составляют технические средства оповещения и связи, состоящие на балансе администрации сельского поселения, а также привлекаемые установленным порядком:

– силы и средства оповещения и информирования населенных пунктов сельского поселения;

– системы и средства оповещения организаций, расположенных на территории сельского поселения;

– средства операторов связи и телерадиовещания, осуществляющих вещание на территории сельского поселения.

Оповещение и информирование о ЧС руководящего состава и населения села Фитиж показаны на рисунке 1.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

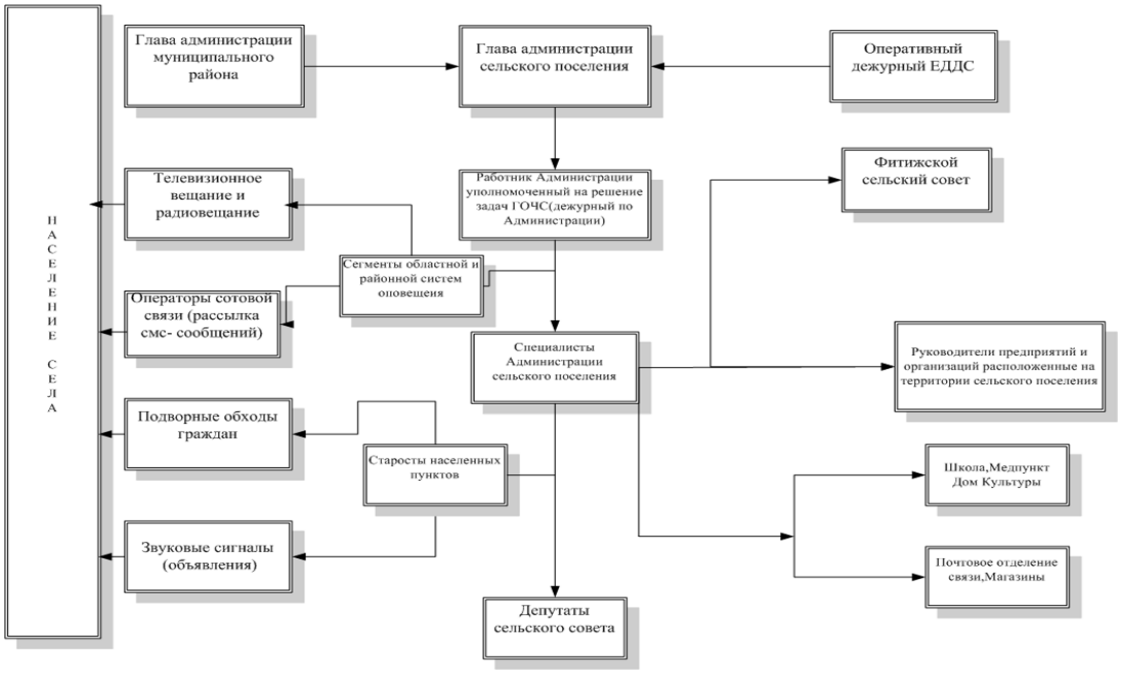


Рисунок 1. Схема оповещения и информирования на территории Фитижского сельсовета

Системы оповещения Курской области

Система оповещения Курской области состоит из региональной автоматизированной системы централизованного оповещения (РАСЦО) создана на базе аппаратуры П – 164 и локальных систем оповещения (ЛСО). РАСЦО представляет комплекс дежурных служб, систем связей, специальной аппаратуры, других средств оповещения и каналов, система охватывает все города и райцентры. Сигналы оповещения передаются по аппаратуре П – 164 и доводятся до должностных лиц и специалистов ГОЧС категорированных городов, сельских районов, объектов экономики и населения Курской области.

Пульты аппаратуры системы установлены на пункте управления Главного управления МЧС России по Курской области и включают:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– аппаратуру дистанционного управления и централизованного вызова (АДУ – ЦВ), которая обеспечивает оповещение и подачу установленных сигналов по телефонным аппаратам руководящего состава;

– электросирены типа С – 40, установленные в районных центрах и на объектах экономики;

– громкоговорители типа РГД – 100, установленные в местах с массовым скоплением людей.

Главная задача системы оповещения заключается в доведение информации до руководства региона всех уровней и населения области с помощью включения электросирен, уличных громкоговорителей, перехвата звукового и телевизионного сигнала радио – и телеканалов. Региональная автоматизированная система централизованного оповещения (РАСЦО) населения Курской области была в модернизирована в 1997 году, выполнена на базе аппаратуры управления П-159, П-160, П-162-1, П-164, П-166, Р- 413. Данная система выполняет свои функции в регионе. Однако с учетом быстрого развития новых технологий она может быстро устареть.

Чтобы оповестить население, в регионе функционируют 250 сирен и 189 уличных громкоговорителей. Для оповещения руководства – областных комитетов, администраций, сельских советов – существует так называемая «стойка оповещения», в которую занесены телефоны 2280 человек. В случае необходимости им централизовано поступает информация с указанием к дальнейшим действиям. После чего проводится оповещение населения на местах через технические средства РАСЦО, с привлечением старших населенных пунктов, уличкомов. Однако система РАСЦО охватывает не все населенные пункты и для решения этой проблемы в отдаленные населенные пункты приезжают автомобили полиции, оборудованные громкоговорящими

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

устройствами, и оповещают жителей о приближающейся опасности. С этими целями в области действует 193 автомобиля.

Предусмотрено оповещение населения через СМИ областные информационные порталы, каналы радиовещания и телевидение. Также к способам оповещения можно отнести SMS – рассылку через операторов сотовой связи и вывод оперативной информации на экраны терминальных комплексов ОКСИОН. Однако для регионов она не является эффективной, так как у местных систем сотовой связи отсутствует необходимое для экстренных сообщений оборудование. И для того, чтобы предупредить население области об опасности через SMS – рассылку, необходимо отправлять официальный запрос в Москву, что снижает оперативность оповещения.

Работа по совершенствованию системы оповещения населения ведется постоянно. Администрациями муниципальных образований создаются запасы мобильных (перевозимых и переносных) технических средств оповещения населения. В некоторых населенных пунктах устанавливаются металлические рынды. Рында, несмотря на свою простоту и несовременность, все же остается одним из эффективных способов оповещения. Однако в областном центре такой способ оповещения вряд ли будет действенным.

На сегодняшний день в Курске действует 150 сирен для оповещения населения. Также привлекаются порядка 40 автомобилей полиции с громкоговорящими устройствами и автомобили оперативной группы Управления ГОЧС г. Курска.

Региональная автоматизированная система централизованного оповещения (РАСЦО) предусматривает:

– централизованное включение электросирен (предупредительного сигнала «ВНИМАНИЕ, ВСЕМ!») в автоматическом режиме на территории

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

области, либо выборочное включение электросирен на территории, подвергшейся неблагоприятным или опасным явлениям;

– доведение информации об опасностях до единых дежурно – диспетчерских служб (ЕДДС) муниципальных образований Курской области;

– доведение информации и сигналов оповещения до руководящего состава гражданской обороны;

– доведение информации и сигналов оповещения до органов, специально уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и (или) гражданской обороны при органах местного самоуправления муниципальных образований Курской области;

– доведение информации и сигналов оповещения до населения Курской области о чрезвычайной ситуации по средствам массовой информации по телепрограммам «Первый канал» и «Россия 1», радиопрограммам «Радио Маяк» и «Радио Россия», по проводным громкоговорящим устройствам;

– управление региональной системой оповещения в циркулярном режиме и избирательно;

– сопряжение с локальными системами оповещения потенциально опасных объектов на территории Курской области;

– принудительное переключение сетей проводного и эфирного телерадиовещания для передачи речевого сообщения.

В результате анализа системы оповещения Курской области РАСЦО сделаем вывод, что при угрозе или возникновении ЧС в мирное и военное время оповещение и информирование населения Курской области производится по следующим направлениям:

– операторы сотовой связи;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– система оповещения с использованием громкоговорящей связи, установленных на автотранспорте;

– SMS – рассылка абонентам операторами сотовой связи;

– телевидение, радио, печатные СМИ;

– автомобилей спецтранспорта;

– Интернет – ресурсы;

– стационарные громкоговорители на остановках городского автотранспорта;

– системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре (СОУЭ);

– стационарные телефоны;

– средства отображения информации организаций (светодиодные экраны, плазменные панели);

Исходя из местонахождения человека рассмотрено информирование и оповещение:

– дома – по каналам телевидения, эфирного радио, интернета, стационарного телефона, сотового телефона, путём расклейки объявлений работниками ЖКХ и администрации;

– в местах с массовым пребыванием людей через систему ОКСИОН голосовую систему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, по каналам сотового телефона;

– на улице по каналам сотового телефона, Интернета, через громкоговорящую связь машин экстренных служб и через централизованные системы оповещения;

– в общественном транспорте по каналам сотового телефона, радио, систему громкоговорящей связи на остановках общественного транспорта.

Созданная система информирования и оповещения населения на базе ФКУ «ЦУКС ГУ МЧС России по Курской области», с учётом выполнения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

запланированных мероприятий, обеспечивает своевременное информирование и максимально возможный охват населения при угрозе и возникновении чрезвычайной ситуации, независимо от места нахождения человека, а также возможность параллельного выполнения функций информирования на различных уровнях системы антикризисного управления в ЧС, что в конечном итоге минимизирует потери среди населения и ведет к уменьшению материального ущерба.

Оповещение населения по сети теле – и радиовещания

Радиотелевизионная система в целом ряде случаев является единственно возможной надежной системой оповещения населения. Для ее работы не требуется создания специальных радио – или телевизионных центров, которые могут сами пострадать при ЧС. Система мобильна и может быть быстро развернута в нужных точках. Такие средства оповещения, как сирены или проводное вещание, срабатывают не сразу и не всегда пригодны к работе после ЧС. Недостаточная мобильность этих средств не позволяет их сигналам вовремя доходить до людей, которые могут оказаться в зоне бедствия. Это касается, например, тех, кто проживает вблизи рек значительно ниже по течению от мест прорыва плотин, или тех, кто находится на пути меняющего направление движения облака радиоактивного или химического выброса. Население должно быть заранее проинструктировано, что в случае возникновения подобных ЧС необходимо использовать телевизор или радиоприемник.

Принцип работы радиотелевизионной системы оповещения Радиотелевизионная система оповещения действует следующим образом. На передающей стороне, куда приходит сообщение о ЧС от органов МЧС, МВД и других, установлен УКВ ЧМ – передатчик МЧС, работающий на частотах метрового или дециметрового диапазонов. Излучаемая этим передатчиком частота соответствует несущей частоте звукового сопровождения ТВ –

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

программы или частоте УКВ ЧМ – вещания. Уровень радиосигнала передатчика МЧС на входе телевизора или УКВ – приемника должен быть больше уровня сигнала принимаемой станции примерно в два раза. При этом происходит замещение сигнала принимаемой программы сигналом, в котором передается сообщение о ЧС. На приемной стороне находятся телевизоры и радиоприемники населения. Телезрители и радиослушатели получают сообщение МЧС при просмотре или прослушивании программ.

Локальность приема сообщений МЧС заключается в том, что УКВ ЧМ – передатчик МЧС излучает передаваемый в данный район (местность) сигнал о ЧС с использованием направленной передающей антенны. Система оповещения содержит УКВ ЧМ – передатчик, установленный на подвижном средстве (автомобиль, вертолет и др.) либо в помещении (административное здание населенного пункта, гостиница и др.). Передатчик работает постоянно в дежурном режиме и включается по сигналу из центрального пункта управления МЧС, куда поступают сообщения о ЧС. Он действует на направленную антенну, излучающую сигнал в сторону населенного пункта.

На сегодняшний день предусмотрено оповещение населения, путем размещения бегущей строки в эфирах местных телеканалов «ТАКТ», «Сейм», «ТВ – 6 Курск – ТНТ». В случае экстренной необходимости осуществляется перехват радиовещательных каналов «Россия 1», «Маяк».

Информирование населения через Интернет

Возможность подключения к сети Интернет с соблюдением необходимых требований информационной безопасности. Оповещение населения через Интернет происходит за счет размещения экстренной информации в специальных мобильных приложениях МЧС – Информер, на официальных Интернет – сайтах МЧС России, регионального центра МЧС России, Главного

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

управления МЧС России по Субъекту РФ, а также на новостных и поисковых порталах основных Интернет – ресурсов.

Интернет в настоящее время в силу своей доступности стал одним из основных источников получения информации. Существует несколько способов размещения информации на интернет ресурсах среди них можно выделить следующие:

– размещение информации на официальных Интернет – сайтах Администраций муниципальных образований по субъектам Российской Федерации. При этом возможно одновременное размещение информации на новостном портале Яндекс – новости;

– размещения информационного сообщения на интернет телевидении МЧС – 112;

– размещение на сайтах операторов связи, предоставляющих услуги интернет, и на наиболее посещаемых новостных интернет сайтах, форумах и социальных сетей.

Одной из особенностей данного способа является быстрое доведение достоверной информации из официальных источников до заинтересованных средств массовой информации, позволяющее ликвидировать «информационный вакуум», предотвращая, таким образом, распространение недостоверной информации.

Можно выделить следующие направления по организации оповещения, через сеть Интернет, которые могут быть реализованы:

– количеством операторов связи, предоставляющих услуги Интернет, наиболее посещаемые новостные Интернет – сайты, форумы, сайты социальных сетей и число людей, пользующихся данными информационными ресурсами на территории МО;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– время выхода информационного сообщения и его доведения до населения;

– необходимое оборудование и каналы для опубликования оперативного информационного сообщения с рабочего места ЦУКС;

– необходимые параметры информационного материала для его публикации на Интернет – ресурсах;

– контактные данные руководителей, ДДС операторов интернет и информагентств, их режим работы.

Порядок оповещения населения по сетям операторов подвижной (радиотелефонной) связи

Обеспечивает передачу кратких информационных сообщений на мобильные телефоны населения. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 09.12.2014 № 1342 «О порядке оказания услуг телефонной связи» операторы связи при угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера обязаны оповещать пользователей сети подвижной (сотовой) связи посредством направления на абонентские станции (абонентские устройства) коротких текстовых сообщений.

Для адресного информирования и оповещения населения используются технические возможности рассылки SMS или широковещательной рассылки сообщений региональными представительствами операторов связи. Для адресного информирования и оповещения населения используются технические возможности рассылки SMS или широковещательной рассылки сообщений региональными представительствами операторов связи.

Возможности федеральных и региональных операторов сотовой связи рассматриваются по следующим направлениям.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– количество операторов сотовой связи, работающих на территории субъекта, и число абонентов, подключенных к данным операторам связи;

– зоны покрытия территории субъекта операторами связи с адресами установки базовых станций сотовой связи;

– наличие технической возможности проводить SMS или широковещательную рассылку сообщений у региональных представительств операторов связи:

а) наличие в субъекте SMS центра;

б) при отсутствии в субъекте SMS центров федеральных провайдеров связи возможна рассылка SMS – сообщений через:

– региональные представительства провайдеров связи, расположенные в других субъектах Российской Федерации при наличии в субъекте инженерной службы и интерфейса, предоставляющего удаленный доступ к SMS – центру;

– НЦУКС в соответствии с действующими соглашениями с федеральными операторами сотовой связи;

в) необходимое время для подготовки и передачи информации, скорость доставка сообщения при массовой SMS – рассылке;

г) номер информационного канала при широковещательном способе рассылки (Cell Broadcast).

– возможность SMS – рассылки по зарегистрированным абонентам на конкретных базовых станциях за последние 2 – 3 суток, для адресного информирования и оповещения.

– контактные данные руководителей и ДДС (Call – центров) операторов и их режим работы.

Оповещение населения о ЧС в Курской области с помощью SMS – сообщения, напрямую связано с развитием системы – 112. В рамках, которой в Курске уже развита программа так называемой «обратной связи» со всеми

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

операторами сотовой связи. Она заключается в том, что после того, как человек позвонил в Службу спасения – 112, ему автоматически приходит SMS с сообщением о том, что его вызов взят на контроль. Скорость SMS – рассылки составляет 200 смс в секунду. Всего данный процесс оповещения в среднем занимает 3 – 4 минуты. С помощью специальной программы, установленной на портативном компьютере, можно задавать зону оповещения и скорость рассылки. К примеру, если на какой – то район надвигается шторм, то о беде можно сообщить лишь его жителям, что позволит избежать паники среди населения, проживающего в других зонах.

Применение данного способа оповещения весьма эффективно, а главное, оперативно позволит предотвратить беспокойство среди населения, не допустить распространения дезынформации. Это во многом является гарантом предотвращения или ликвидации любой ЧС.

Общие характеристики муниципального образования

Муниципальный уровень охватывает территории муниципальных образований (района, города, района в городе), оповещение и информирование населения на территории муниципального образования

Фитижского сельского поселения Льговского муниципального района Курской области включает доведение в сжатые сроки заранее установленных сигналов ГО, распоряжений и информации исполнительных органов.

Для оповещения и информирования руководящего состава Администрации населения на территории Фитижского сельсовета Льговского района Курской области используется местная (на территории муниципального образования) система оповещения.

Фитижское сельское поселение Льговского муниципального района Курской области. Численность населения 961.Площадь села – 65 км².

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Основные направления совершенствования системы оповещения муниципального образования:

– создание муниципальной системы оповещения села на базе комплекса программно – технических средств нового поколения;

– сопряжение местных систем оповещения поселений района с аппаратурой находящейся на пункте управления района (автоматизированное рабочие место дежурного диспетчера ЕДДС района);

– сопряжение имеющихся электросирен районного сегмента РАСЦО с аппаратурой находящейся на пункте управления района (автоматизированное рабочие место дежурного диспетчера ЕДДС района).

На рисунке 2 представлена информационная схема оповещения на территории муниципального образования.

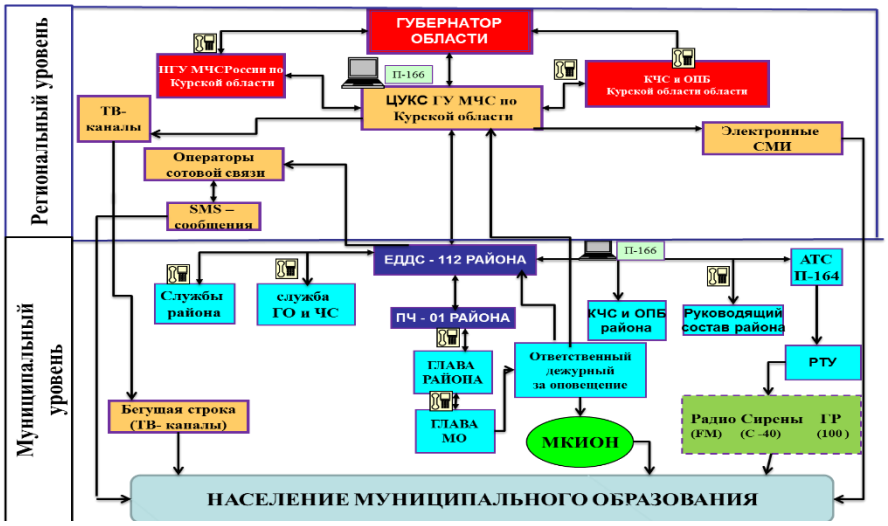


Рисунок 2. Схема информационного обмена оповещения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Характеристика действующей системы оповещения муниципального образования

МСО – это муниципальная система оповещения, представляющая собой организационно – техническое объединение сил, средств связи и комплексов технических средств оповещения (далее – КТСО) и каналов сети связи общего пользования, сетей вещания. Система оповещения (централизованная) на территории Льговского района представлена телефонной междугородной связью с выходом на ЕДДС Льговского района, мобильной связью. Для приёма сигналов ГО может быть использована телевизионная сеть.

Существующая система не включена и технически не сопряжена с автоматической системой централизованного оповещения (РАСЦО) населения Курской области (от ЕДДС района до сельсоветов) и исключает централизованное оповещение жителей в сельских населённых пунктах района.

Требуется проектирование и строительство системы оповещения ГО на территории Льговского района с включением в РАСЦО области через ЕДДС района, в том числе с соблюдением требований п.п.6.1, 6.10, 6.21 СНиП 2.01.51 – 90.) а также пунктов, касающихся органов местного самоуправления «Положения о системах оповещения населения», утверждённого Приказом МЧС России, Мининформсвязи России, Минкультуры России от 25 июля 2006 г. N 422/90/376.

Требования к структуре и функционированию МСО

МСО предназначена для обеспечения своевременного доведения информации и сигналов оповещения и экстренной информации до органов управления, сил и средств гражданской обороны, РСЧС и населения об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Основными задачами МСО является:

– прием и ретрансляция в нижестоящие звенья информации и сигналов оповещения региональной системы оповещения;

– обеспечение доведения информации и сигналов оповещения, в том числе экстренного оповещения, до:

– руководящего состава гражданской обороны и звена территориальной подсистемы РСЧС, созданного муниципальным образованием;

– специально подготовленных сил и средств, предназначенных и выделяемых (привлекаемых) для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, сил и средств гражданской обороны на территории муниципального образования;

– населения, проживающего на территории муниципального образования;

– управление всеми элементами муниципальной системы оповещения;

– организация маршрутов оповещения и передачи по ним команд управления и сигналов оповещения;

– доведение речевой информации до руководящего состава – на домашние, служебные и сотовые телефоны;

– доведение текстовой информации до руководящего состава путем отправки SMS – сообщений на телефоны любых операторов сотовой связи;

– включение акустических установок в режиме имитации электросирены;

– оповещение населения путем доведения речевой информации через акустические установки;

– технического сопряжения с РАСЦО.

Управление МСО должно осуществляться с пункта управления оповещением, находящегося в помещении ЕДДС администрации муниципального района в г. Льгове.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

МСО Льговского района охватывает территорию района и предусматривает доведение сигналов оповещения до 100% населенных пунктов района.

По возможности, необходимо обеспечить расположение местных пультов управления у глав сельских поселений, старост населенных пунктов, в которых предполагается установка точек звукоусиления.

Требования к составу МСО

Источники информации: МСО должна обеспечивать прием сигналов и речевой информации оповещения от РАСЦО Курской области федеральной и межрегиональной систем оповещения.

Оборудование МСО должно обеспечить:

– прием сигналов централизованного оповещения от региональной системы оповещения Курской области по аналоговым и цифровым каналам связи;

– доведение сигналов «Внимание Всем!» и речевых сообщений до населения села. Узлы оповещения подключить к существующему центру оповещения в ЕДДС города Льгова.

При размещении громкоговорителей предпочтение отдавать объектам административного подчинения, а так же объектам массового пребывания населения. По всей территории поселения предусматривается комплексное использование оборудования, средств оповещения и информирования РАСЦО Курской области, радиотрансляционной сети Курского областного филиала ОАО «Ростелеком».

Управление МСО предусмотреть от оперативного дежурного (диспетчера) ЕДДС муниципального образования и ПУ РАСЦО Курской области.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Системы, сопрягаемые с МСО: предусмотреть сопряжение на техническом и программном уровне МСО района с РАСЦО Курской области, построенной на оборудовании П – 166.

Требования к подключению КТСО к сетям связи заключается следующем:

а) Стационарная телефонная связь. КТС при сопряжении с сетью стационарной телефонной связи должна обеспечивать:

– возможность поддержки аналоговых телефонных интерфейсов FXO, FXS;

– возможность организации связи с использованием технологии ADSL, SHDSL;

– возможность отбора абонентской линии на время оповещения;

– возможность поддержки цифровых интерфейсов E1, Etheret.

б) Подвижная радиотелефонная (сотовая) связь. Организация подключения к сетям подвижной радиотелефонной (сотовой) связи должна быть организована с использованием оборудования работающего по стандартам GSM. Возможность взаимодействия с серверами Cell Broadcast и SMS региональных представительств операторов сотовой связи.

Передача текста сообщения, координаты региона оповещения и периода длительности оповещения осуществляется от инициатора (дежурного оператора ЕДДС) к исполнителю оповещения (региональному представителю сотового оператора) по закрытым каналам IP (VPN).

в) Телерадиовещание. Оповещение населения по каналам телевидения и радиовещания должно быть организованно в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 1 марта 1993г. №177 «Об утверждении Положения о порядке использования действующих радиовещательных и телевизионных станций для оповещения населения Российской Федерации в ЧС мирного и военного времени».

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

г) Подключение к электросиренам и электронным сиренам. Для организации сетей электросирен и электронных сирен, а также уличной звукофикации должна использоваться стационарная телефонная сеть связи, радиоканал МЧС, а также выделенная цифровая сеть связи IP – VPN органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, а также сети связи потенциально – опасных объектов. Для организации сетей электросирен и электронных сирен (ВАУ), а также уличной звукофикации должны использоваться стационарная телефонная сеть связи, сеть телефонных таксофонов, выделенная цифровая сеть связи IP – VPN органов исполнительной власти Курской области и органов местного самоуправления, а также сети связи потенциально опасных объектов.

д) Подключение к сети Интернет. Оповещение населения по сети Интернет должно производиться путем размещения экстренной информации на официальных интернет сайтах Главного управления МЧС России по Курской области, страницы Главного управления МЧС России по Курской области в социальных сетях (Facebook, Twitter, Livejournal и др.), блогосфере, а также на новостных и поисковых порталах основных интернет ресурсов.

е) Подключение к системе FM / RDS. Связь с АРМ ПУ ЕДДС и ДДС с FM / RDS должна осуществляться в автоматизированном режиме по IP –протоколам в единой сети передачи данных. В качестве каналов для передачи данных должны использоваться технологии VPN с криптозащитой. Сеть передачи данных должна обеспечивать передачу и маршрутизацию текстовых сообщений с установленными техническими характеристиками.

Технические решения по организации каналов связи для привязки (организации последней мили) оконечных устройств FM / RDS к оборудованию связи подсистемы должны определяться по результатам проведения обследования мест размещения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Требования к основным функциям КТСО МСО заключается в следующем:

– подготовка к передаче и проведение сеанса оповещения;

– отображение принятых сигналов и информации оповещения;

– отображение информации о состоянии каналов связи и оборудования;

– архивирование принятой и переданной информации и сигналов оповещения, проведенных сеансов оповещения;

– распечатывание при помощи принтера на бумажном носителе информации о проведенных сеансах;

– визуальный контроль за ходом оповещения.

Выбор оборудования

Комплекс технических средств оповещения на цифровых сетях связи с IP – технологией и каналах кабельного телевидения предназначен для создания региональных (в границах субъектов Российской Федерации), местных (в границах муниципальных образований) и локальных систем оповещения на цифровых сетях связи с коммутацией пакетов (IP – технологии).

КТС П – 166Ц разработан с учётом последних достижений в области телекоммуникаций и перспектив развития сетей связи. В качестве транспортной среды КТС П – 166Ц использует IP – сеть. Для обеспечения безопасности должна использоваться защищённая сеть IP – VPN.

За основу сети передачи данных предлагается использовать сеть передачи данных общего пользования действующую на территории субъекта Российской Федерации (СПД ОП). СПД ОП это высокопроизводительная пакетная сеть передачи данных, как правило, охватывающая территорию субъекта Российской Федерации и позволяющая организовывать виртуальные выделенные (корпоративные) сети передачи данных (сервис VPN).

В качестве базовой технологии СПД ОП используется протокольная архитектура IP / MPLS, которая позволяет, использовать традиционные услуги

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

передачи данных. Доступ к сети может осуществляться по существующей кабельной распределительной сети ГТС с использованием технологии ADSL и позволяет организовать для абонента широкополосный цифровой канал передачи данных параллельно с обычным городским телефоном.

Основа сети – магистральное ядро, которое объединяет, как правило, мощные узлы пакетной коммутации, соединенные по волоконно-оптическим линиям каналами STM 16 (технология IP / MPLS) и STM 4 (технология ATM).

К магистральным узлам по волоконно-оптическим линиям каналами STM – 1 (технология ATM) подключены узлы абонентского доступа, установленные в кроссах действующих АТС.

Подключение устройств системы оповещения возможно осуществлять по существующей кабельной телефонной распределительной сети на базе технологий xDSL при этом:

– скорость в канале от абонента к сети – до 1,5 Мбит/с (с адаптацией к длине и качеству линии);

– скорость в канале из сети к абоненту – до 8 Мбит/с (с адаптацией к длине и качеству линии);

– средняя/предельная дальность абонентской линии – до 3,6/5,7 км;

– параллельная и независимая работа с действующим аналоговым телефонным каналом абонента.

В составе сети СПД ОП в соответствии с технологией VPN будет обеспечена защищенная наложенная сеть передачи информации оповещения между блоками КТСО.

При этом в блоках П – 166 БУУ, П – 166 БКС и П – 166 БУВС установлены адаптеры цифровых окончаний сети СПД ОП (Ethernet). Для обеспечения возможности работы по выделенным линиям сохраняются модемы МДК – 1 в блоках П – 166 БУУ, П – 166 БКС. Программное обеспечение П – 166 АПУ – Ц для

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

управления системой из центра оповещения субъекта Российской Федерации и из центров оповещения муниципальных образований обеспечивает конфигурацию сети СПД ОП, а также маршрутизацию информации оповещения и сбора подтверждений, обеспечивая при этом надежность виртуальной сети оповещения путем задания необходимых приоритетов и вариантов адресования.

Учитывая, что система оповещения имеет кратковременный режим работы, стоимость оплаты трафика сети СПД ОП будет минимальная.

Для передачи информации оповещения по кабельному телевидению используются сети, созданные на базе станций передачи кабельного телевидения, на которых устанавливается блок приема информации управления (для приема сигналов и информации оповещения) и блок формирования сигналов кабельного телевидения (для трансляции информации оповещения для населения по всем каналам кабельного телевидения).

Прием информации будет осуществляться от сети СПД ОП через адаптер сети по командам от П 166 АПУ – Ц субъекта Российской Федерации или центров оповещения муниципальных образований. При этом блок формирования сигналов будет обеспечивать:

– передачу информации оповещения по тракту звукового сопровождения телевидения;

– передачу заставки по видеотракту изображения телевидения;

– передачу квитанции в сеть СПД ОП об отборе трактов видеоинформации и звукового сопровождения телевидения.

Контроль и диагностика КТСО, мониторинг каналов связи.

Эксплуатационный контроль системы оповещения обеспечивается:

– непрерывным автоматическим контролем КТС с помощью встроенных средств контроля (ВСК);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– передачей контрольных сообщений как автоматически с верхнего звена на всю глубину сети, так и вручную с КТС АПУ – Ц любой ступени;

– регламентными работами.

Передача контрольных сообщений для мониторинга каналов связи и цифровой сети осуществляется периодически с АПУ – Ц. При этом возможны различные варианты адресации сообщений, включая и циркулярный. Происходит практически полная проверка КТС системы и каналов связи (в том числе обеспечивается имитация ручных подтверждений), а отличие от передачи рабочих сообщений состоит лишь в том, что не включаются оконечные средства оповещения.

Передача контрольных сообщений возможна как автоматически, так и вручную с АПУ – Ц. Среднее время диагностирования не превышает 3 мин.

В статье предложен вариант сети оповещения села Фатеж Льговского района Курской области, которое занимает свое место в данной региональной системе оповещения Курской области. Состояния системы оповещения и информирования населения позволяет выделить ряд проблем в обеспечении их готовности и устойчивости функционирования:

– существующая система не включена и технически не сопряжена с автоматической системой централизованного оповещения (РАСЦО) населения Курской области (от ЕДДС района до сельсоветов) и исключает централизованное оповещение жителей в сельских населённых пунктах района;

– комплексы технических средств действующих систем централизованного оповещения на базе комплексов П – 160, П – 164, разработанных в 80-е годы XX века, устарели;

– отсутствие возможности работы на современных цифровых каналах мультисервисных сетей связи и передачи данных без использования дополнительного мультиплексного оборудования.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В статье предложен вариант сети оповещения и информирования населения МО, который предлагается развернуть с помощью комплекса технических средств оповещения на цифровых сетях связи с IP – технологией П – 166Ц. В качестве транспортной среды КТС П – 166Ц используется IP – сеть. Для обеспечения безопасности должна использоваться защищённая сеть IP – VPN. Оконечными средствами оповещения (БУУ, БУВС), которые включают сирены, телефонные аппараты и рупорные громкоговорители. Система может обеспечивать оповещение на областном, муниципальном и объектовом уровнях.

Библиографический список

1. Термины МЧС [Электронный ресурс] / МСЧ России // URL: http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/85663/ [2016]

2. Приказ МЧС РФ, Министерства информационных технологий и связи РФ и Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ от 25 июля 2006 г. N 422/90/376. «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» [Электронный ресурс] / Официальный сайт МЧС РФ // URL: http://www.mchs.gov.ru/, [2016]

3. Шушлебин И. Ф. Организация оповещения в Российской Федерации. Учебное пособие [Текст] / И.Ф. Шушлебин – Новосибирск: СибГУТИ, 2008 – 38 с.

4. Локальные системы оповещения создаются определено требованиями постановления Правительства РФ от 1 марта 1993 года № 178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» [Электронный ресурс] / Официальный сайт МЧС РФ // URL: http://www.mchs.ru, [2016]

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

5. Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) [Электронный ресурс] / Официальный сайт МЧС РФ // URL: http://www.mchs.ru, [2016]

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 534.1

Щитов А.Н. Анализ существующих средств связи и разработка варианта построения системы транкиговой связи

Analysis of existing means of communication and development of a version for building a trunking system

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье разработан вариант системы транкинговой связи в тактическом звене управления вооружённых сил.*

Ключевые слова*: вооружённые силы, сеть общего пользования, электромагнитная совместимость, устройство управления, радиотехническая разведка, частотно-территориальный разнос.*

Abstract*. The article developed a version of the trunking communication system in tactical control of the armed forces.*

Keywords: *armed forces, public network, electromagnetic compatibility, control device, radio technical reconnaissance, frequency-territorial separation.*

Транкинговой системой связи называют вариант свободного подключения большого числа пользователей к малому количеству каналов. Такой тип подключения имеет довольно большие преимущества. Поскольку в определённый момент использования сети не все пользователи активные, то необходимое число каналов гораздо меньше общего количества пользователей. Например, если используется пять каналов (четыре голосовых канала и один управления), транкинговая система может предоставить связь до трёхсот пользователей сети.

Если говорить об обычной случайной радиосвязи, то транкинговая система обладает следующими универсальными свойствами:

- более широкая область обслуживания за счет использования многозоновой сети;

- продуктивная реализация радиочастотного ресурса;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- многочисленный состав сервисных возможностей;

- возможность подключения, в случае необходимости, к городской телефонной сети общего пользования.

По сравнению с сотовой системой, транкинговая система связи имеет ряд преимуществ:

- эластичную номенклатуру нумерации;

- рациональную систему вызовов – групповой, индивидуальный, приоритетный, аварийный, вещательный и т. д.;

- выгодную, по цене оборудования и по эксплуатационной стоимости, простые транкинговые системы связи в несколько раз дешевле сотовой связи;

- оперативное время соединения связи – десятые доли секунды против нескольких секунд в сотовых системах.

В настоящее время главным вопросом развития подвижной мобильной радиосвязи является вопрос об интеграции и разработке универсальных стандартов средств связи и построении с их помощью национальных и международных сетей.

Слово «транк» при переводе с английского языка «trunk» - означает «ствол» и подразумевает наличие отдельных каналов радиосвязи, каждый из которых имеет две частоты: на передачу и на приём. В случае работы с ультракоротковолновыми радиостанциями, вне транкинговой системы связи, необходимо выбрать соответствующий канал для связи с пользователем вручную, с помощью переключателем диапазонов радиостанции. В транкинговой связи выбор канала происходит автоматически, без участия пользователя. Сканируя находящиеся в распоряжении сети частотные каналы происходит выбор свободного канала, по которому, впоследствии, и происходит радиосвязь между абонентами. Все сети радиосвязи условно можно разделить на «конвенциональные» и «транкинговые». Конвенциональным системам

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

свойственна построение сетей радиосвязи по принципу «точка-точка», «звезда» (с базовой радиостанцией) без выхода в телефонные сети общего пользования (ТфОП).

При развертывании транкинговой системы, ее владелец, не оплачивает абонентскую плату за эфирное время, что является большой экономией для любых организаций.

Однозоновые системы

Главные принципы архитектуры транкинговых систем рассмотреть на обобщенной структурной схеме однозоновой транкинговой системы, представленной на рисунке 1.

В состав транкинговой системы входят: базовая станция (БС), которая состоит из радиочастотного оборудования (ретрансляторы, устройство объединения радиосигналов, антенны), коммутатора, устройства управления и интерфейсы различных внешних сетей.

Рассмотрим более подробно основные структурные элементы БС.

1) Ретранслятор (РТ) - набор приемопередающего оборудования, обслуживающего одну пару несущих частот. Не так давно, в подавляющем большинстве ТСС одна пара несущих означала один канал трафика (КТ).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

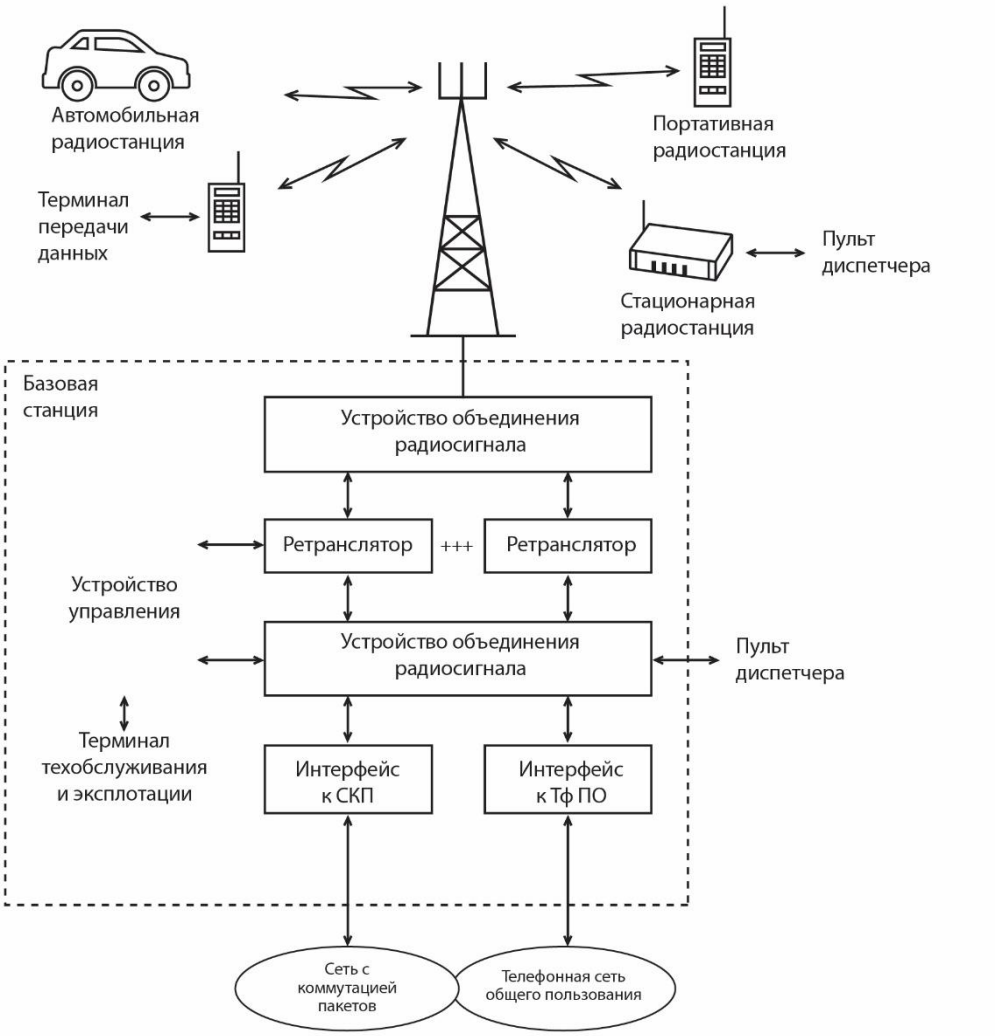


Рисунок 1. Структурная схема однозоновой транкинговой системы

2) Антенны. Основное правило построения транкинговых систем заключается в том, чтобы создавать зоны радиопокрытия настолько большими, насколько это возможно. В связи с этим, антенны БС всегда размещают на высоких мачтах или сооружениях и имеют круговую диаграмму направленности. В случае, когда БС расположена на краю зоны, используются направленные антенны. БС может иметь как одну общую приемопередающую антенную, так и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

несколько разных антенн для приема и передачи. Иногда, на одной мачте могут находиться пара приемных антенн для защиты от замираний, вызванных многолучевым распространением.

3) Устройство объединения радиосигналов предназначен для одновременного использования в качестве приемников и передатчиков на нескольких частотных каналах одно и то же антенное оборудование. Ретрансляторы транкинговых систем работают только в дуплексном режиме, причем разнос частот приема и передачи (дуплексный разнос) в зависимости от рабочего диапазона составляет от 3 МГц до 45 МГц.

4) Коммутатор в однозоновой транкинговой системе обслуживает весь ее трафик, включая связь подвижных абонентов с телефонной сетью общего пользования (ТФОП) и все вызовы, связанные с передачей данных.

5) Модуль управления обеспечивает взаимодействие всех узлов БС. Он также обрабатывает вызовы, осуществляет аутентификацию вызывающих абонентов (проверку «свой-чужой»), ведение очередей вызовов и внесение записей в базы данных повременной оплаты. В некоторых системах управляющее устройство регулирует максимально допустимую продолжительность соединения с телефонной сетью. Как правило, используются два варианта регулирования: уменьшение продолжительности соединений в заранее заданные часы наибольшей нагрузки или адаптивное изменение продолжительности соединения в зависимости от текущей нагрузки.

6) Интерфейс ТФОП реализуется в транкинговых системах различными способами. В недорогих системах (например, SmarTrunk) подключение может производиться по двухпроводным коммутируемым линиям. Более современные ТСС имеют в составе интерфейса к ТфОП аппаратуру прямого набора номера DID (Direct Inward Dialing), обеспечивающую доступ к абонентам

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

транкинговой сети с использованием стандартной нумерации АТС. Ряд систем использует цифровое ИКМ-соединение с аппаратурой АТС.

7) Терминал технического обслуживания и эксплуатации (терминал ТОЭ) располагается, как правило, на базовой станции однозоновой сети. Терминал предназначен для контроля за состоянием системы, проведения диагностики неисправностей, учета тарификационной информации, внесения изменений в базу данных абонентов. Подавляющее большинство выпускаемых и разрабатываемых транкинговых систем имеют возможность удаленного подключения терминала ТОЭ через ТФОП или СКП.

8) Диспетчерский пульт. Необязательными, но очень характерными элементами инфраструктуры транкинговой системы являются диспетчерские пульты. Дело в том, что транкинговые системы используются в первую очередь теми потребителями, чья работа не обходится без диспетчера. Диспетчерские пульты могут включаться в систему по абонентским радиоканалам, или подключаться по выделенным линиям непосредственно к коммутатору базовой станции. Следует отметить, что в рамках одной транкинговой системы может быть организовано несколько независимых сетей связи, каждая из которых может иметь свой диспетчерский пульт. Пользователи каждой из таких сетей не будут замечать работы соседей, и что не менее важно, не смогут вмешиваться в работу других сетей.

Абонентское оборудование транкинговых систем включает в себя широкий набор устройств. Как правило, наиболее многочисленными являются полудуплексные радиостанции, поскольку именно они в наибольшей степени подходят для работы в замкнутых группах. В большинстве своем это радиостанции с ограниченным числом функций, не имеющие цифровой клавиатуры. Их пользователи, как правило, имеют возможность связываться лишь с абонентами внутри своей рабочей группы, а также посылать экстренные

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

вызовы диспетчеру. Впрочем, этого вполне достаточно для большинства потребителей услуг связи транкинговых систем. Выпускаются и полудуплексные радиостанции с широким набором функций и цифровой клавиатурой, но они, будучи несколько дороже, предназначены для более узкого привилегированного круга абонентов.

В транкинговых системах, особенно рассчитанных на коммерческое использование, применяются также дуплексные радиостанции, скорее напоминающие сотовые телефоны, но обладающие значительно большей функциональностью по сравнению с последними. Дуплексные радиостанции транкинговых систем обеспечивают пользователям полноценное соединение с ТФОП. Что же касается групповой работы в радиосети, то она производится в полудуплексном режиме. В корпоративных транкинговых сетях дуплексные радиостанции применяются в первую очередь для персонала высшего звена управления.

Как полудуплексные, так и дуплексные транкинговые радиостанции выпускаются не только в портативном, но и в автомобильном исполнении. Как правило, выходная мощность передатчиков автомобильных радиостанций в 3-5 раз выше, чем у портативных радиостанций.

Относительно новым классом устройств для транкинговых систем являются терминалы передачи данных. В аналоговых транкинговых системах терминалы передачи данных - это специализированные радиомодемы, поддерживающие соответствующий протокол радиоинтерфейса. Для цифровых систем более характерно встраивание интерфейса передачи данных в абонентские радиостанции различных классов. В состав автомобильного терминала передачи данных иногда включают и спутниковый навигационный приемник системы GPS (Global Positioning System), предназначенный для определения текущих координат и последующей передачи их диспетчеру на

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

пульт. В транкинговых системах используются также стационарные радиостанции, преимущественно для подключения диспетчерских пультов. Выходная мощность передатчиков стационарных радиостанций приблизительно такая же, как у автомобильных радиостанций.

Многозоновые системы

Первые стандарты транкинговых систем не предусматривали каких-либо механизмов взаимодействия различных зон обслуживания. Между тем, требования потребителей значительно возросли, и хотя оборудование для однозоновых систем до сих пор производится и успешно продается, все вновь разрабатываемые транкинговые системы и стандарты являются многозоновыми.

Архитектура многозоновых транкинговых систем может строиться по двум различным принципам. В том случае, если определяющим фактором является стоимость оборудования, используется распределенная межзональная коммутация. Структура такой системы показана на рисунке 2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

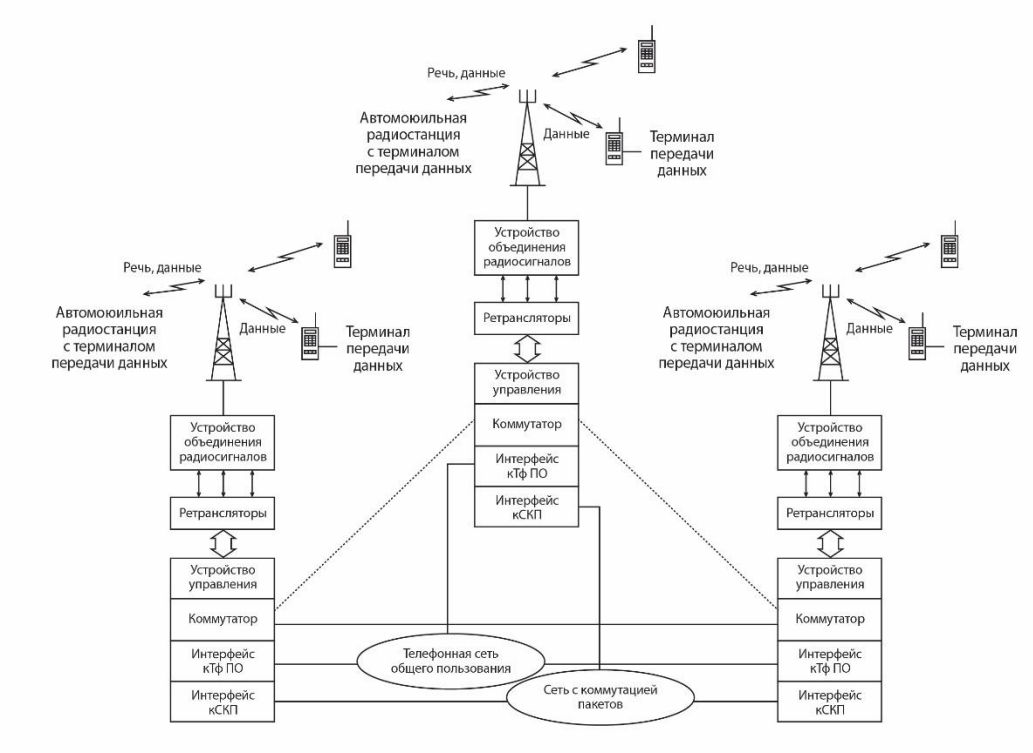


Рисунок 2. Структурная схема транкинговой сети с распределенной межзональной коммутацией

Каждая БС в такой системе имеет свое собственное подключение к ТФОП. Этого уже вполне достаточно для организации многозоновой системы - при необходимости вызова из одной зоны в другую он производится через интерфейс ТФОП, включая процедуру набора телефонного номера. Кроме того, БС могут быть непосредственно соединены с помощью физических выделенных линий связи (чаще всего используются малоканальные радиорелейные линии).

Каждая БС в такой системе имеет свое собственное подключение к ТфОП. При необходимости вызова из одной зоны в другую он производится через интерфейс ТфОП, включая процедуру набора телефонного номера. Кроме того, БС могут быть непосредственно соединены с помощью физических выделенных линий связи.

Структура многозоновой ТСС с ЦК изображена на рисунке 3.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

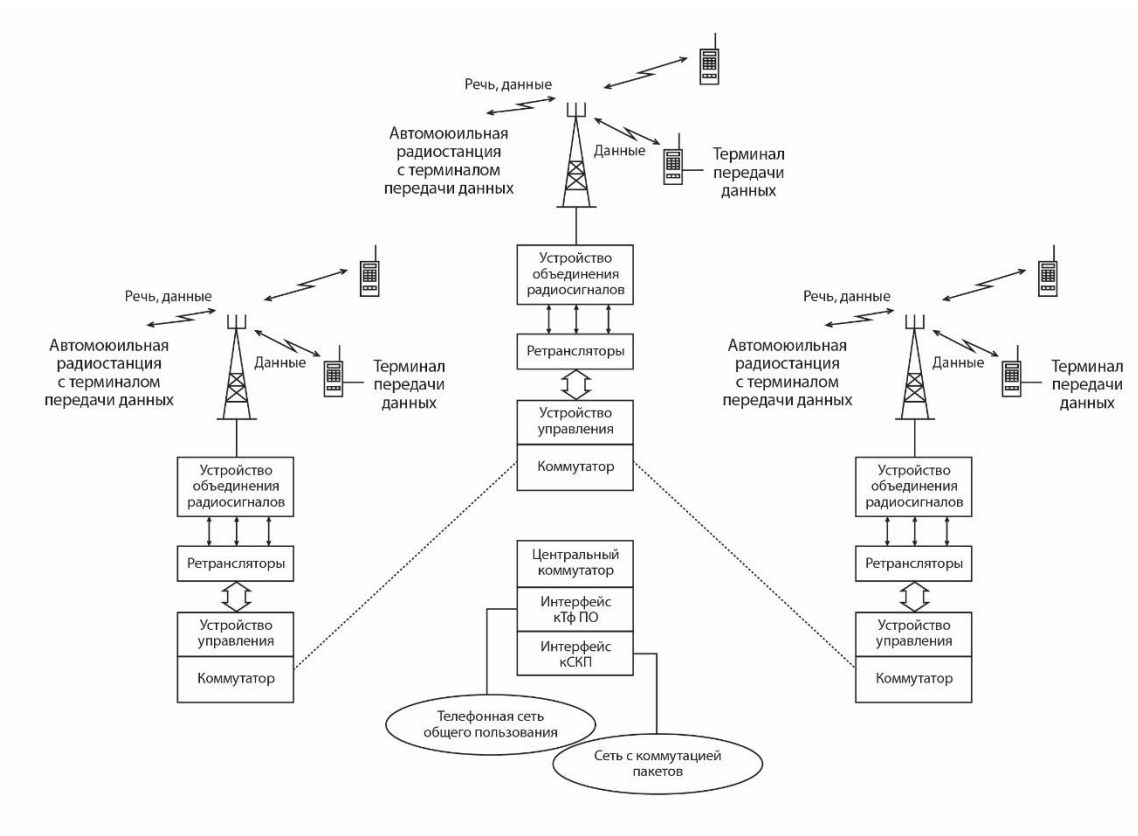


Рисунок 3. Структурная схема транкинговой сети с централизованной межзональной коммутацией

Использование распределенной межзональной коммутации целесообразно лишь для систем с небольшим количеством зон и с невысокими требованиями к оперативности межзональных вызовов (особенно в случае соединения через коммутируемые каналы ТфОП). В системах с высоким качеством обслуживания используется архитектура с ЦК.

Основной элемент этой схемы - межзональный коммутатор. Он обрабатывает все виды межзональных вызовов, иными словами, весь межзональный трафик проходит через один коммутатор, соединенный с БС по выделенным линиям. Это обеспечивает быструю обработку вызовов, возможность подключения централизованных ДП. Информация о

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

местонахождении абонентов системы с ЦК хранится в единственном месте, поэтому ее легче защитить. Кроме того, межзональный коммутатор осуществляет также функции централизованного интерфейса к ТфОП и СКП, что позволяет при необходимости полностью контролировать как речевой трафик ТС, так и трафик всех приложений ПД, связанный с внешними СКП, например сетью Интернет. Таким образом, система с ЦК обладает более высокой управляемостью.

Классификация транкинговых систем

В современном мире, выпускается большое количество систем транкинговой связи, удовлетворяющих самым разнообразным требованиям пользователей. Все системы транкинговой связи можно разделить по следующим параметрам.

Метод передачи речевой информации.

По методу передачи речевой информации транкинговые системы делятся на аналоговые и цифровые. Передача речи в радиоканале аналоговых систем производится с помощью частотной модуляции, а шаг сетки частот, как правило, составляет 12,5 кГц или 25 кГц.

Для передачи речи в цифровых системах применяются различные типы вокодеров, преобразующих аналоговый речевой сигнал в цифровой поток со скоростью не более 4,8 Кбит/с.

Количество зон.

В зависимости от количества БС и общей архитектуры выделяют однозоновые и многозоновые системы. Первые располагают лишь одной БС, вторые - несколькими БС с возможностью роуминга.

Метод объединения БС в многозоновых системах.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

БС в транкинговых системах могут объединяться с помощью единого коммутатора (системы с централизованной коммутацией), а также соединяться друг с другом непосредственно или через сети общего пользования (системы с распределенной коммутацией).

Тип многостанционного доступа.

В подавляющем большинстве транкинговых систем, включая и цифровые системы, используется многостанционный доступ с частотным разделением (МДЧР). Для систем МДЧР справедливо соотношение «одна несущая - один канал». В однозоновых системах стандарта TETRA используется многостанционный доступ с временным уплотнением (МДВР). В то же время в многозоновых системах стандарта TETRA используется комбинация МДЧР и МДВР.

Способ поиска и назначения канала.

По способу поиска и назначения канала различают системы с децентрализованным и централизованным управлением. В системах с децентрализованным управлением процедуру поиска свободного канала выполняют абонентские радиостанции. В этих системах ретрансляторы БС обычно не связаны друг с другом и работают независимо. Особенностью систем с децентрализованным управлением является относительно большое время установления соединения между абонентами, растущее с увеличением числа ретрансляторов. Такая зависимость вызвана тем, что абонентские радиостанции вынуждены непрерывно последовательно сканировать каналы в поисках вызывного сигнала (последний может поступить от любого ретранслятора) или свободного канала (если абонент сам посылает вызов). Наиболее характерными представителями данного класса являются системы протокола SmarTrunk.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В системах с централизованным управлением поиск и назначение свободного канала производится на БС. Для обеспечения нормального функционирования таких систем организуются каналы двух типов: рабочие (Traffic Channels) и канал управления (Control Channel). Все запросы на предоставление связи направляются по каналу управления. По этому же каналу БС извещает абонентские устройства о назначении рабочего канала, отклонении запроса, либо о постановке запроса в очередь.

Тип канала управления.

Во всех транкинговых системах каналы управления являются цифровыми. Различают системы с выделенным частотным каналом управления и системы с распределенным каналом управления.

В системах первого типа передача данных в канале управления производится со скоростью до 9,6 Кбит/с, а для разрешения конфликтов используются протоколы типа ALOHA. Выделенный канал управления имеют все транкинговые системы протокола MPT1327, системы фирмы Motorola (Startsite, Smartnet, Smartzone), система EDACS фирмы Ericsson и некоторые другие. В системах с распределенным каналом управления информация о состоянии системы и поступающих вызовах распределена между низкоскоростными субканалами передачи данных, совмещенными со всеми рабочими каналами. Таким образом, в каждом частотном канале системы передается не только речь, но и данные канала управления. Для организации такого парциального канала в аналоговых системах обычно используется субтональный диапазон частот от 0 до 300 Гц. Наиболее характерными представителями данного класса являются системы протокола LTR.

Способ удержания канала.

Транкинговые системы позволяют абонентам удерживать канал связи на протяжении всего разговора, или только на время передачи. Первый способ,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

называемый также транкингом сообщений (Message Trunking), наиболее традиционен для систем связи, и обязательно используется во всех случаях применения дуплексной связи или соединения с ТФОП. Второй способ, предусматривающий удержание канала только на время передачи, называется транкингом передач (Transmission Trunking). Он может быть реализован только при использовании полудуплексных радиостанций. В последних передатчик включается только на время произнесения абонентом фраз разговора. В паузах между окончанием фраз одного абонента и началом ответных фраз другого передатчики обоих радиостанций выключены. Некоторые транкинговые системы эффективно используют такие паузы, освобождая рабочий канал немедленно после окончания работы передатчика абонентской радиостанции. Для ответной реплики назначение рабочего канала будет произведено заново, при этом реплики одного и того же разговора будут, скорее всего, передаваться по разным каналам.

Платой за некоторое повышение эффективности использования системы в целом при применении транкинга передач служит снижение комфортности переговоров, особенно в часы высокой нагрузки. Рабочие каналы для продолжения начатого разговора в такие периоды будут предоставляться с задержкой, достигающей нескольких секунд, что приведет к фрагментарности и раздробленности разговора.

Средства подвижной радиосвязи на базе радиосредств Р-159М, Р-107М, Р-173, Р-111, Р-123МТ, Р-138

Радиостанция Р-159М широкодиапазонная, ранцевая, ультракоротковолновая, приемопередающая, симплексная, телефонная и телеграфная с частотной модуляцией, с узкополосным телеграфированием, с

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

тональным вызовом, а также с возможностью дистанционного управления в телефонном режиме (рисунок 4) - предназначается для ведения связи в радиосетях с однотипными радиостанциями.

Установка частоты радиостанции с помощью переключателей и автоматическая настройка передатчика на антенну обеспечивают вхождение в связь в течение 20-30с. Вхождение в радиосвязь производится без поиска, а введение связи - без подстройки, на любой частоте диапазона.

Рисунок 4. Радиостанция Р-159М

Радиостанция работоспособна в условиях тряски на ходу автомашины по разным дорогам со скоростью до 60 км/ч, при переноске радистом, а также выдерживает без повреждения все виды транспортирования.

Широкодиапазонная, ранцевая, переносная, ультракоротковолновая, телефонная с частотной модуляцией, приемопередающая, симплексная, с возможностью дистанционного управления и амплитудного телеграфирования радиостанция Р-107М (рисунок 5), предназначена для беспоисковой и бесподстроечной радиосвязи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для обеспечения быстрого вхождения в связь в радиостанции предусмотрена возможность установки частоты диапазона с помощью цифрового электронно-счетного частотомера и автоматической настройки САУ.

Рисунок 5. Радиостанция Р-107М

Радиостанция обеспечивает вхождение в радиосвязь без поиска и ведение связи без подстройки на любой частоте диапазона. Радиостанция работоспособна в условиях тряски по разным дорогам, при передвижении со скоростью 50 км/час, при переноске радистом, а также выдерживает без повреждения все виды транспортирования. Р-107М, кроме того предназначена - для организации связи ОБД с формированиями спецвойск и тылы (ЧСВиТ) на этапах непосредственной подготовки и ведения боевых действий, резервирования проводных каналов связи в полевом районе соединения (открытый, телефонный, симплексный канал ОБД в режиме ЧМ).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Возимая, приемопередающая, ультракоротковолновая, телефонная с частотной модуляцией, симплексная радиостанция Р-173 (рисунок 6) предназначена для обеспечения беспоисковой и бесподстроечной радиосвязи в тактическом звене управления Сухопутных войск. Она поступает на вооружение взамен радиостанции Р-123М и может устанавливаться в танках, бронетранспортерах, командно-штабных и командирских машинах, на вертолетах и самолетах воздушных пунктов управления.

Радиостанция выпускается в двух вариантах: Р-173-1 – со встроенным согласующим антенным устройством, Р-173-2 - с вынесенным согласующим антенным устройством.

Рисунок 6. Радиостанция Р-173М

При совместном размещении радиостанции Р-173 и радиоприемника Р-173П, который выпускается как самостоятельное изделие, возможно обеспечение дуплексной радиосвязи или ведение связи в двух радиосетях.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Радиостанция сохраняет работоспособность в интервале температур от минус 50 до плюс 50° С. Радиостанция допускает круглосуточную работу при соотношении времени работы на прием и на передачу 5:1. При этом продолжительность непрерывной работы на передачу не должна превышать 5 мин. Наработка на отказ составляет 2000 ч.

Радиостанция Р-111 – возимая, ультракоротковолновая, широкодиапазонная, телефонная, с частотной модуляцией, приемопередающая (рисунок 7), предназначается для беспоисковой радиосвязи, с автоматизированной перестройкой как на стоянке, так и в движении на одну из четырех заранее подготовленных частот. Она обеспечивает работу с аппаратурой телекодовой информации, дистанционное управление с вынесенных пультов и телефонного аппарата, а при сдвоенном симплексном варианте – одновременную работу двух приемопередатчиков на одну антенну, автоматическую и ручную ретрансляцию корреспондентов.

Радиостанция обеспечивает вхождение в радиосвязь без поиска корреспондента и ведение радиосвязи на любой частоте рабочего диапазона при перепадах температуры между работающими радиостанциями до 30°С.

Рисунок 7. Радиостанция Р-111

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При перепадах температуры более 30°С необходимо производить коррекцию частоты по внутреннему кварцевому калибратору радиостанции.

В нормальных климатических условиях радиостанция обеспечивает непрерывную работу в течение 48 часов при соотношении времени приема ко времени передачи 3:1 (15 минут на прием, 5 минут на передачу), а также непрерывную работу на передачу не более 1 часа или не более 4 часов при применении обдува кожуха радиостанции и блока питания УМ с интенсивностью не менее 10 м3/мин каждого (система обдува в комплект поставки не входит). Радиостанция Р-111 выпускается в симплексном и сдвоенном симплексном вариантах.

Радиостанция Р-123М (рисунок 8) предназначена для радиосвязи между бронеобъектами в войсках. Радиостанция обеспечивает круглосуточную, уверенную, двухстороннюю радиосвязь на стоянке и на ходу бронеобъекта как с однотипной радиостанцией, так и другими радиостанциями, имеющими совместимость по диапазону и частотную модуляцию. На любой заранее подготовленной частоте радиостанция обеспечивает беспоисковое вхождение в связь и бесподстроечное ведение связи.

Рисунок 8. Радиостанция Р-123М

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Радиостанция Р-123М приемопередающая, телефонная, ультракоротковолновая с частотной модуляцией, выполненная по трансиверной схеме, обеспечивает следующие режимы работы:

- дежурный прием;
- радиотелефонную связь симплексом.

Радиостанция Р-138 (рисунок 9) - дуплексная, возимая, широкодиапазонная, телефонная, с частотной модуляцией, приемопередающая, предназначена для обеспечения связи по двум телефонным каналам, ответвления каналов от радиорелейных линий и дистанционного управления отдельными КВ и УКВ радиостанциями. Обеспечивает беспоисковое вхождение в связь и ведение связи без ручной подстройки как на стоянке, так и в движении.

Рисунок 9. Радиостанция Р-138

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Радиостанция может транспортироваться любым видом транспорта, включая самолеты с высотой полета до 10000 метров. Кроме того, радиостанция Р-138 предназначена для формирования каналов ЦБУ системы 15Э1 и ТЛФ закрытых каналов ОБУ на подвижных пунктах 4-6 звеньев управления организации служебной связи между подвижными агрегатами, управления РПдУ на марше, а также для резервирования межагрегатных линий связи на полевой позиции.

Построение системы радиосвязи батальона

Радиосвязь со старшим штабом при действии батальона в составе бригады или в качестве элемента боевого порядка оперативной группировки обеспечивается в соответствии с распоряжением по связи штаба бригады.

В качестве основной радиосвязи будет использоваться оборудование на базе комплекса «Азарт», включающее:

- Азарт-П (портативная радиостанция);
- Азарт-Н (носимая радиостанция);
- Азарт-БВ (базовая возимая радиостанция).

При действии мотострелкового батальона в составе бригады радиосвязь между командирами батальона и бригады обеспечивается по УКВ радиосетям командира мотострелковой бригады. В этих радиосетях обеспечивается связь с использованием радиостанций Азарт-БВ из состава КШМ командира батальона. В состав этих радиосетей входят станции командиров других мотострелковых и танкового батальонов бригады. Скорость передачи составляет от 2048 до 8192 кбит/с, а дальность – до 40 км.

Связь начальника штаба батальона с начальником штаба бригады обеспечивается по УКВ радиосети штаба бригады. Для этого, также используется

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

радиостанция Азарт-БВ. В радиосети обеспечивается открытая телефонная связь. В состав этой радиосети входят станции НШ других мотострелковых и танкового батальонов.

Обмен сообщениями в виде данных командира батальона с должностными чинами КП (командиром, начальником штаба, начальниками артиллерии и разведки), ТПУ (заместителя командира по тылу и вооружению) бригады и командирами других мотострелковых и танкового батальонов осуществляется по радиосети обмена данными полка. Состав радиосети и вид связи позволяет обеспечивать не только связь со старшим штабом, но и связь взаимодействия с командирами батальонов бригады.

Радиосвязь между КНП батальона и КП бригады обеспечивается также по радиосети связи с подвижными объектами бригады. В данной сети связь осуществляется с использованием радиостанции Азарт-Н из состава КШМ, имеющая скорость от 16 до 32 кбит/с при дальности до 4 км.

Для решения вопросов тылового и технического обеспечения предусматривается включение радиостанций заместителей командира батальона по тылу и вооружению в радиосети начальника тыла и заместителя командира по вооружению бригады соответственно. Для этой цели могут использоваться радиостанции транспортных БТР (Азарт-БВ) взвода связи.

В случае поражения КП бригады и приема управления бригадой командиром батальона связь с командиром оперативной группировки устанавливается путем вхождения радиостанций Азарт-П в радиосети командира оперативной группировки. При действии батальона в качестве элемента боевого порядка оперативной группировки связь командира батальона с командиром оперативной группировки устанавливается в радиосетях командира оперативной группировки Азарт-Н. При этом связь с КП бригады сохраняется по радиосети штаба и обмена данными бригады.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Радиостанция Азарт-П также включается в сеть связи с подвижными объектами ближнего ПУ бригады или оперативной группировки.

Радиосвязь в батальоне организуется с подчиненными штатными, приданными подразделениями, элементами боевого порядка, органами всестороннего обеспечения. Кроме этого, штаб батальона организует и обеспечивает связь в подчиненных штатных подразделениях.

Для обеспечения управления в батальоне создаются три УКВ радиосети: две радиосети командира батальона и одна радиосеть тылового и технического обеспечения.

В состав первой радиосети командира мотострелкового батальона включается радиостанция командира батальона на КНП и радиостанции командиров всех штатных боевых подразделений - мотострелковых рот, минометной батареи противотанкового и гранатометного взводов. Для обеспечения связи в этой сети на КПП батальона используется радиостанция Азарт-П из состава КШМ. В подразделениях батальона в эту сеть включаются радиостанции Азарт-Н, приданные им из состава взвода связи. На марше и в ходе боя при действиях на боевых машинах командиры подразделений используют радиостанции Азарт-БВ, установленные в БТР. При использовании радиостанций бронеобъектов в радиосети может быть обеспечена только открытая телефонная связь.

Связь по радиосети командира батальона с командиром минометной батареи обеспечивается на марше, при расположении батальона на месте, в обороне до перехода противника в наступление. В ходе боя командир батареи, как правило, будет находиться на КПП рядом с командиром батальона.

Таким образом, в состав первой сети командира батальона входят 5-6 корреспондентов. Состав сети практически не меняется в любых тактических условиях. Данная радиосеть позволяет управлять основными элементами

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

боевого порядка батальона в бою. Она является основной, постоянно действующей в полевых условиях.

Состав второй радиосети командира мотострелкового батальона зависит от тактических условий и может иметь от 4 до 8 корреспондентов. Как правило, в ее состав включаются радиостанции подразделения боевого обеспечения (разведывательный, инженерно-саперный взвод), элементов боевого порядка батальона (бронегруппы, огневых засад), органов боевого обеспечения (боевого разведывательного дозора, боевого охранения, постов обозначения) и приданных подразделений. Для обеспечения связи в этой сети в подразделениях используются радиосредства бронеобъектов, носимые радиостанции комплекса «Буссоль».

Данная радиосеть является дополнительной, она вводится в действие по мере необходимости, как правило, в бою. При необходимости обеспечить связь с 1-3 корреспондентами данной сети эти корреспонденты могут быть включены в первую радиосеть командира мсб. Открывать работу во второй радиосети для связи с 1-3 корреспондентами нецелесообразно. Для обеспечения связи в эту радиосеть включаются радиостанции Буссоль-Н и Буссоль-В из КШМ командира и МБУ начальника штаба батальона. Для обеспечения связи с подразделениями и органами тылового и технического обеспечения создается радиосеть тылового и технического обеспечения. В ее состав входят радиостанции КНП батальона, взвода обеспечения, медицинского пункта, пункта технического наблюдения, ремонтно-эвакуационной группы, тягача. В нее могут входить радиосредства поврежденных БТР и командиров подразделений батальона. В радиосети тылового и технического обеспечения связь обеспечивается с 4-5 корреспондентами. Причем связь с командиром взвода обеспечения, медицинским пунктом, ремонтно-эвакуационной группой необходимо

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обеспечивать практически во всех тактических условиях. Поэтому в полевых условиях эта радиосеть является постояннодействующей.

Радиосвязь с командиром приданной танковой роты обеспечивается путем вхождения в радиосеть этого подразделения.

Таким образом, связь командования и штаба батальона с подчиненными подразделениями, элементами боевого порядка, органами всестороннего обеспечения осуществляется по одной постояннодействующим и одной дополнительной радиосети батальона. Методы контроля радиостанции «Азарт» отражены в соответствии с техническими условиями ПАКД.464113.005ТУ.

Расчет требуемого числа радиоканалов

Батальон включает в себя от 145 до 500 человек и до 50 единиц БТР .

Предположим, что услугами транкинговой сети связи TETRA будет пользоваться одновременно около 50% от всего состава батальона. Примем, что батальон состоит из 500 человек. Соответственно, из представленного выше условия транкинговой связью будут пользоваться:

$$N_{30\%} = 500 \times 0{,}5 = 250 \text{ человек.} \quad (1)$$

Для расчета числа радиоканалов необходимо определить максимальное количество абонентов, приходящихся на одну БС по формуле:

$$N_{max} = (10 \times n - 1) = (10 \times 16 - 1) \times 25 = 3975 \text{ абонентов,} \quad (2)$$

где n - количество используемых радиоканалов (максимально для стандарта

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

TETRA n=16);

k - количество абонентов, приходящихся на одну несущую частоту (БС с учетом вероятности отказа не более 5%), k = 25.

Предполагаемое число абонентов в мотострелковом батальоне составляет 250, а количество БС - 7. Рассчитаем максимальное число абонентов при полностью загруженных БС:

$$N = N_{max} \times M = 250 \times 7 = 1750 \text{ абонентов}, \quad (3)$$

где M - общее количество БС.

Таким образом, максимальная абонентская емкость не превышает предполагаемую, и для более эффективного использования капитальных вложений нет необходимости использовать все 16 радиоканалов.

Исходя, из предполагаемого числа абонентов, определим количество абонентов, приходящихся на одну БС:

$$N_{бс} = \frac{N_{зад}}{M} = \frac{1750}{7} = 250, \quad (4)$$

где $N_{зад}$ - общее число абонентов;

M - общее количество БС.

Требуемое число радиоканалов для одной БС:

$$n = \left| \frac{\frac{N_{бс}}{25}+1}{7} + 1 \right| = \left| \frac{\frac{250}{25}+1}{7} + 1 \right| = 3 \text{ канала}. \quad (5)$$

Таким образом, при условии, что транкинговой связью будут пользоваться 50 % состава батальона, потребуется 3 канала для одной БС.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Расчет интенсивности нагрузки

Интенсивность поступающей нагрузки рассчитывается, исходя из количества абонентов БС в районе и нагрузки в ЧНН на одного абонента, Z_a=0,02 Эрл. Из статистических данных крупных и развитых операторов мобильной связи видно, что реальная нагрузка на абонента в ЧНН составляет примерно 0,012 х 0,015 Эрл. Таким образом, предполагаемая нагрузка Z_a=0,02 Эрл обеспечит необходимый запас монтируемой емкости для дальнейшего увеличения числа абонентов, что необходимо для нормального развития работы сети.

Определим интенсивность нагрузки от базовых станций. Нагрузка на одну БС:

$$A_{бс} = N_{бс} \times Z_a = 250 \times 0{,}02 = 5 \text{ Эрл}, \quad (6)$$

где $N_{бс}$ - число абонентов, приходящихся на одну БС.

Учитывая, что 50% нагрузки приходится на входящее соединение, а 50% - на исходящее, получим:

$$A_{вх} = A_{исх} = A = \frac{A_{бс} \times 50}{100} = \frac{5 \times 50}{100} = 2{,}5 \text{ Эрл}. \quad (7)$$

Переведем среднюю нагрузку в расчетную:

$$Y_{вх} = Y_{исх} = Y = A + 0{,}6742 \times \sqrt{A} = 2{,}5 + 0{,}6742 \times \sqrt{2{,}5} = 3{,}56 \text{ Эрл}. \quad (8)$$

Входящая и исходящая нагрузка от всех базовых станций составит:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$Y_{вх1-7} = Y_{исх1-7} = Y \times 7 = 3{,}56 \times 7 = 24{,}92 \text{ Эрл.} \quad (9)$$

Таким образом, при интенсивности нагрузки на одну БС – 5 Эрл, входящая и исходящая нагрузка от всех базовых станций составит – 24,92 Эрл.

3.4 Расчет числа каналов необходимых для подключения сети

Предположим, что 80% подключений будут замыкаться внутри сети.

Расчет количества каналов ведется с помощью формулы Эрланга по таблицам Эрланга.

Число каналов сети от базовых станций рассчитывается при вероятности потерь p=0,05, поскольку вероятность потерь вызовов в сетях транкинговой связи не должна превышать 5 %.

В мотострелковом батальоне для входящих и исходящих соединений при нагрузке на одну БС $Y_{вх} = Y_{исх} = 24{,}92$ Эрл, требуемое число соединительных линий по таблице Эрланга равно V=36.

БС соединены с центральным распределительным блоком и контроллером базовых станций с помощью ИКМ потоков. Для расчета количества ИКМ потоков используем формулу:

$$N_{вх} = N_{исх} = E_n \times \left|\frac{V-1}{30}\right| + 1 = E_n \times \left|\frac{36-1}{30}\right| + 1 = 2 \text{ потока.} \quad (10)$$

Общее количество потоков от всех БС составит:

$$N_{общ} = (N_{вх} + N_{исх}) \times n = (2+2) \times 7 = 32 \text{ потока,} \quad (11)$$

где n - число БС.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Число каналов для связи рассчитывается при вероятности потерь p=0,01, поскольку на данном направлении вероятность потерь не должна превышать 1%.

Внутри самой сети по прогнозам замкнется около 80% нагрузки. Соответственно 20% нагрузки будет проходить через RDU к АМТС. Число каналов определяется исходя из нагрузки на это направление. Учитывая, что нагрузка между АМТС и RDU равна 20% от общей нагрузки, то есть:

$$Y_{вх} = Y_{исх} = 8\ Эрл. \quad (12)$$

Требуемое число соединительных линий на данное направление с использованием формулы Эрланга равно V=13. Исходя из этого, определим необходимое число ИКМ потоков:

$$N_{вх} = N_{исх} = E_n \times \left|\frac{13-1}{30} + 1\right| = 1\ поток. \quad (13)$$

Таким образом, при вероятности потерь 0,05, необходимо число ИКМ потоков составит 1 поток.

В статье в качестве основной радиосвязи использовалось оборудование на базе комплекса Азарт, включающее:

- Азарт-П (портативная радиостанция);
- Азарт-Н (носимая радиостанция);
- Азарт-БВ (базовая возимая радиостанция).

В качестве дополнительной резервной связи использовались носимые радиостанции комплекса.

Был произведен расчет требуемого числа радиоканалов - при условии, что транкинговой связью будут пользоваться 50 % состава батальона, потребуется 3

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

канала для одной БС.

Был произведен расчет интенсивности нагрузки: при интенсивности нагрузки на одну БС – 5 Эрл, входящая и исходящая нагрузка от всех базовых станций составит – 24,92 Эрл.

Был произведен расчет числа каналов необходимых для подключения сети - при вероятности потерь 0,05, необходимое количество потоков составит 1 поток.

Библиографический список

1. Системы радиосвязи DMR и TETRA. Сравнительный анализ [Электронный ресурс] / Перевод ООО «МПТ-Сервис проект» // http://www.mptsrv.com/wp-content/uploads/2014/10/Сравнение-систем-DMR-и-TETRA.pdf

2. Овчинников, А. М. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи [Текст] / А. М. Овчинников, С. В. Воробьев, С. И. Сергеев. - М.: МЦНТИ, 2006 - 166 с.

3. Базылов, К. Б. Организация управления и регулирования в телекоммуникации общего пользования РК [Текст] / К. Б. Базылов, С. А. Алибаева, К. Б. Аманжолова. - Алматы: АИЭС, 2005 – 240 с.

4. Макаров, Н. В. Первые шаги TETRA [Текст] / Н. В. Макаров // Вестник связи, 2011. №2. – С. 17 – 21.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 621.058

Щитов А.Н. Разработка манипулятора с указанием абсолютной позиции на датчике с частотным выходом

Development of a manipulator indicating the absolute position on the sensor with a frequency output

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *Индуктивные преобразователи являются одним из основных типов преобразователей, если речь идёт об обнаружении ферромагнитных и проводящих масс, нахождении скрытых дефектов в металлах, контроле их структуры и состава, измерении величины зазоров, толщины покрытий и вибраций в механизмах. Подобные преобразователи нашли широчайшее применение при измерении линейных и угловых перемещений.*

Ключевые слова: *индуктивный преобразователь, формирователь импульсов, ANSYS Maxwell.*

Abstract. *Inductive converters are one of the main types of transducers when it comes to detecting ferromagnetic and conducting masses, finding hidden defects in metals, controlling their structure and composition, measuring the size of the gaps, the thickness of the coatings and the vibrations in the mechanisms. Such converters have found wide application in measuring linear and angular displacements.*

Keywords: *inductive converter, pulse shaper, ANSYS Maxwell.*

Известно большое число конструкций индуктивных преобразователей. Широкое распространение имеют индуктивные преобразователи с переменной величиной воздушного зазора (рисунок 1, а), с переменной площадью воздушного зазора (рисунок 1, б) и преобразователи соленоидного типа (рисунок 1, в). Первые два типа преобразователей относятся к индуктивным устройствам с замкнутой магнитной цепью. Для них характерно наличие относительно малого воздушного зазора, изменение величины δ, или площади S которого, вызванное перемещением якоря, приводит к изменению магнитного сопротивления преобразователя Rmx и, как следствие - изменению индуктивности его катушки, вычисляемой по формуле (1):

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$Lx = \frac{w^2}{Rmx}, \quad (1)$$

где w- число витков катушки. Индуктивные преобразователи соленоидного типа также имеют подвижный сердечник, который перемещается вдоль оси катушки (соленоида) (рисунок 1, в) и для них также справедливо соотношение (1). Однако зависимость магнитного сопротивления Rmx от перемещения сердечника x в них гораздо более сложная, чем в индуктивном преобразователе с замкнутым магнитопроводом. Благодаря этому соленоидные индуктивные преобразователи, при правильном выборе параметров, имеют более линейную статическую характеристику и могут использоваться для измерения перемещений в более широком диапазоне.

Одиночные индуктивные преобразователи, показанные на рисунке, применяются редко, так как с их помощью сложно обеспечить линейность общей статической характеристики прибора, при использовании таких преобразователей заметно проявляются инструментальные погрешности, связанные с отклонениями параметров преобразователя и окружающей среды от номинальных значений этих параметров.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

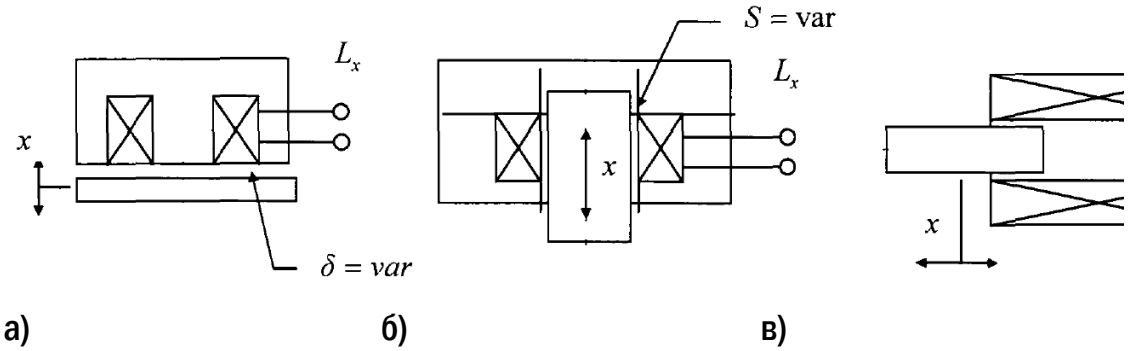


Рисунок 1. Индуктивные измерительные преобразователи

Поэтому на практике чаще применяют дифференциальные и полудифференциальные индуктивные преобразователи. На рисунке 2 приведены дифференциальные преобразователи с переменной величиной воздушного зазора (рисунок 2, а), с переменной площадью воздушного зазора (рисунок 2, б), преобразователи соленоидного типа (рисунок 2, в) и полудифференциальные преобразователи с переменной величиной воздушного зазора (рисунок 2, г), с переменной площадью воздушного зазора (рисунок 2, д) и соленоидного типа (рисунок 2, е).

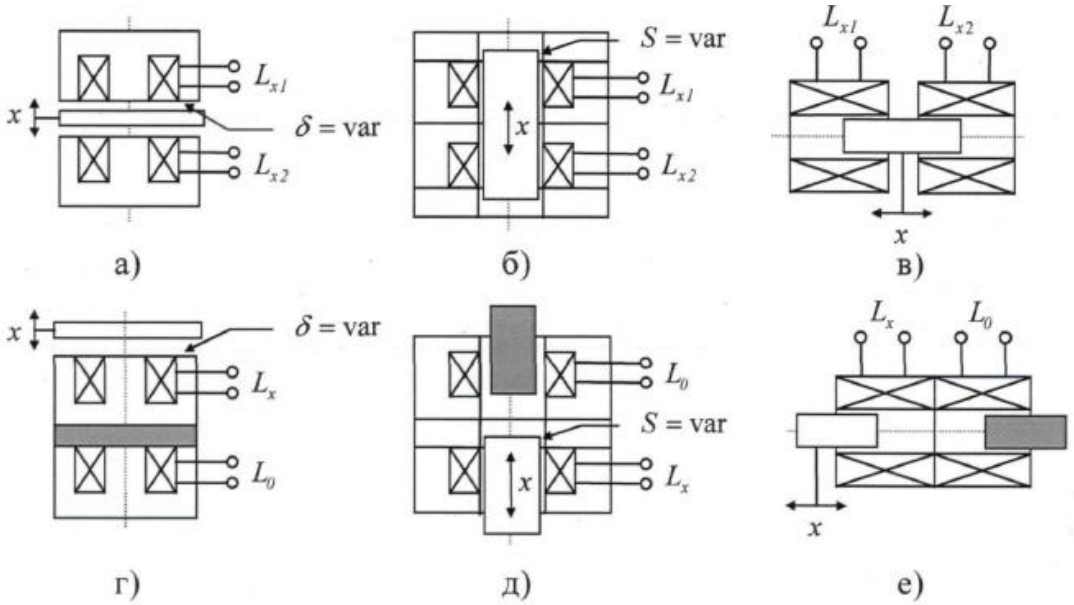


Рисунок 2. Индуктивные преобразователи перемещения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Дифференциальные и полудифференциальные индуктивные преобразователи имеют по две катушки индуктивности, это позволяет минимизировать влияние нестабильности параметров источника питания и существенно снизить погрешность, вызванную перепадами температуры окружающей среды. Дифференциальные индуктивные преобразователи отличаются от полудифференциальных второй катушкой, которая идентична первой, но ее изменение индуктивности, вызванное перемещением того же якоря, имеет знак, обратный изменению индуктивности первой катушки, что позволяет увеличить чувствительность индуктивного датчика. Использование полудифференциальных индуктивных преобразователей упрощает конструкцию датчика, но уступает дифференциальным преобразователям по чувствительности и линейности статической характеристики.

На ряду с выше описанными датчиками возможна конструкция следующего типа (рисунок 3).

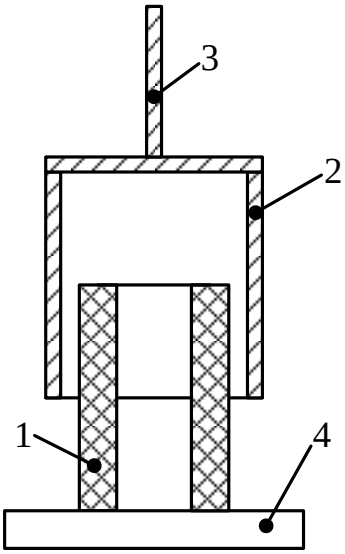


Рисунок 3. Конструкция индуктивного преобразователя

1 – катушка индуктивности, 2 – подвижный проводящий стакан, 3 – шток, 4 – основание

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Коаксиальный проводящий экран, при воздействие на шток, перемещается, в стенках экрана возникают индуцированные токи (токи Фуко), которые охватывают экранируемый объём. Магнитное поле этих токов направлено противоположно возмущению и частично компенсирует его, в следствии чего изменяется индуктивность катушки и происходит модуляции несущего сигнала.

Датчики (рисунок 1,2) имеют проблему с перемагничиванием ферромагнитного сердечника. Вихревые токи создают намагничивающую силу, имеющую встречное направление намагничивающей силе обмотки, в результате чего для создания той же индукции потребуется большая напряженность. Это явление можно также рассматривать как проявление поверхностного эффекта. Вихревые токи экранируют внутреннее сечение сердечника от внешнего поля и вытесняют магнитный поток к периферии этого сечения, что вызывает уменьшение магнитной проницаемости сердечника. Чем выше частота перемагничивания и магнитная проницаемость материала, тем больше сказывается поверхностный эффект. Для уменьшения влияния поверхностного эффекта сердечники набираются из листового материала разделенного слоем изолятора, т.е. делаются шихтованными. Чем выше частота перемагничивания, тем тоньше должны быть листы.

При высокой частоте петля гистерезиса расширяется, даже при использовании тонкого материала, под влиянием магнитной вязкости, которая проявляется в «запаздывании» мгновенных значений индукции B от её значений, соответствующих статической петле (при частотах тысячи и более герц).

Вышеописанных проблем не имеет датчик представленный на рисунке 3.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

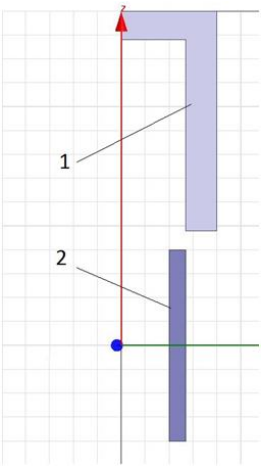
Поскольку с заданным методом обработки предполагается использование сравнительно высоких частот (сотни тысяч герц), то более предпочтительным вариантом для использования является датчик представленный на рисунке 3.

Моделирование в САПР

В качестве САПР был использован ранее выбранный ANSYS Maxwell, который имеет бесплатную версию для моделирования, которая полностью удовлетворяет целям, поставленным для моделирования.

В ANSYS Maxwell построена осесимметричная модель многослойной катушки (2), индуктивность которой изменяется при перемещении цилиндрического экрана. Рисунок 4 демонстрирует сечение модели плоскостью ZX. Для этого предварительно создаётся плоскопараллельная модель центрального сечения преобразователя, а затем в окне «Тип решения» выбирается значение параметра «Режим геометрии» – «Осевая симметрия». Модель строится вращением сечения преобразователя вокруг оси Z.

На рисунке 5 представлена плотность магнитного потока при различных взаимных положениях катушки индуктивности датчика и подвижного проводящего стакана.



1 - экран

2 - модель катушки

Рисунок 4. Модель катушки индуктивности и экрана в САПР Maxwell

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

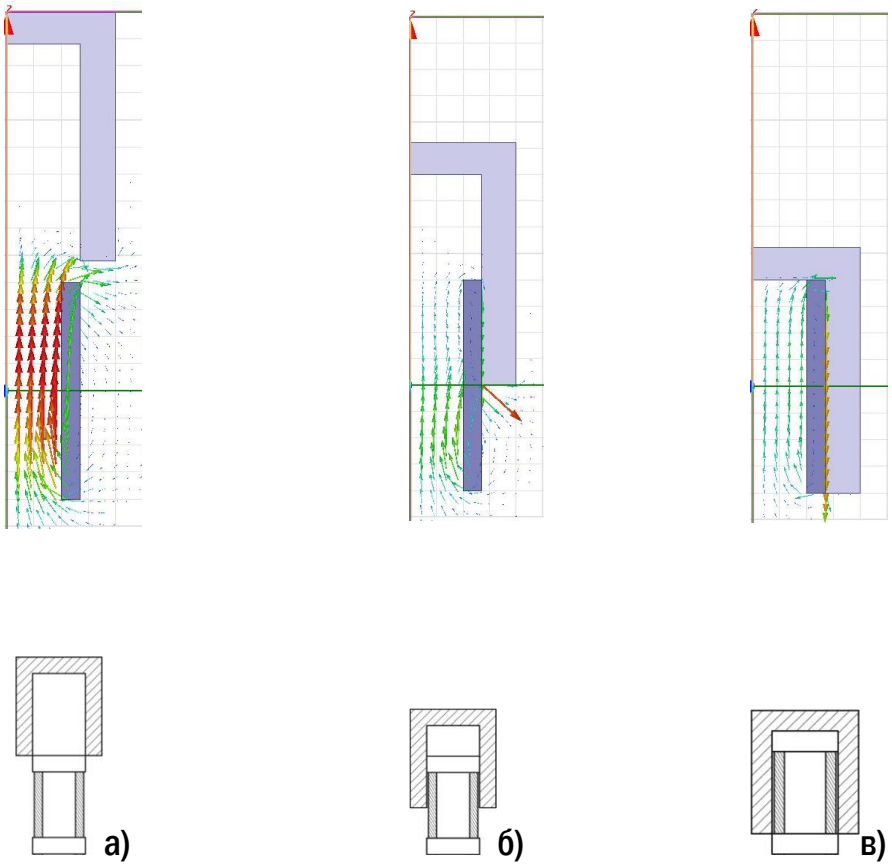


Рисунок 5. Пример визуализации потока при изменении взаимного положения катушки индуктивности и проводящего стакана

Для отработки модели были выбраны её параметры, получено распределение магнитного потока в катушке и снята характеристика зависимости индуктивности преобразователя от перемещения (рисунок 6).

L - индуктивность(Гн) катушки в зависимости от накрытия катушки экраном.

h - высота(мм) поднятия экрана (0 - соответствует максимальному накрытию катушки экраном) (таблица 1).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 1

Значения индуктивности от положения экрана

H (%)	L (%)
0	23,9
4,5	24,8
9	25,9
13,6	27,6
18,1	29,7
22,7	32,3
27,2	35,3
31,8	38,7
36,3	42,3
40,9	46,2
45,4	50,3
50	54,5
54,5	58,9
59	63,4
63,6	67,7
68,1	72,7
72,7	77,4
77,2	82,2
81,8	86,8
86,3	91,3
90,9	95,3
95,4	98,1
100	100

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

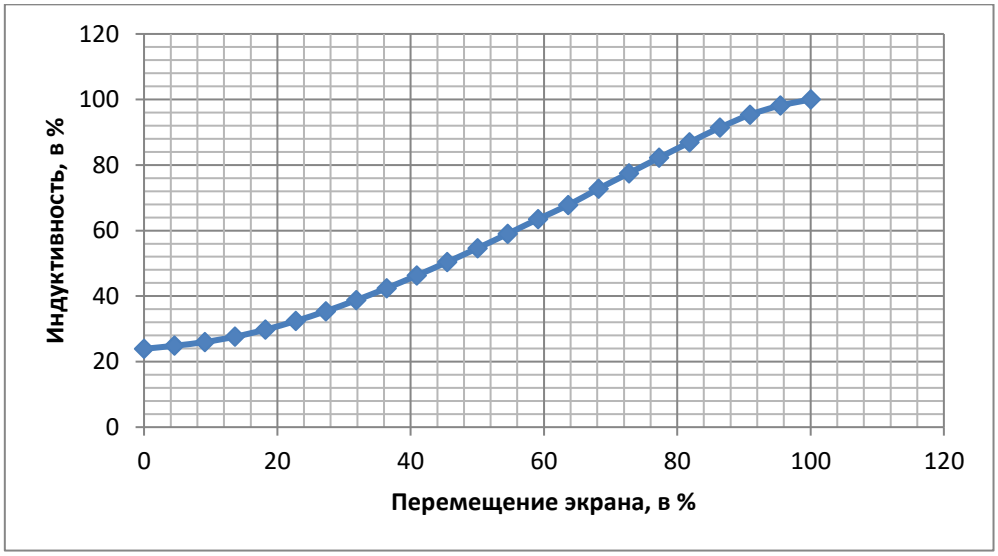


Рисунок 6. Зависимость индуктивности от положения экрана

0 - соответствует максимальному накрытию катушки экраном, рисунок 5 в).

Частота представлена в Гц.

Построенная модель позволяет рассчитать геометрию первичных преобразователей с учётом специфических требований первичных измерительных цепей создав предпосылки для оптимизации каждого из вариантов построения манипуляторов, и тем самым создать условия для их полноценного сравнительного анализа.

Выводы из моделирования в САПР

При моделировании датчика была выяснена передаточная характеристика изменения индуктивности от положения экрана относительно катушки индуктивности. Получена зависимость индуктивности катушки от положения коаксиального экрана, по которой видно, что максимальное и минимальное значения индуктивности катушки, при соответствующем положении экрана, разнятся в 4 раза.

По передаточной характеристике катушки индуктивности датчика, видно, что она носит не линейный характер. К краям измеряемого диапазона датчик

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

имеет меньшую чувствительность, снижение чувствительности на краях измеряемого диапазона характеристики потребует дополнительных коэффициентов при линеаризации передаточной функции, поэтому целесообразно ограничить рабочую область примерной линейной частью (рисунок 7).

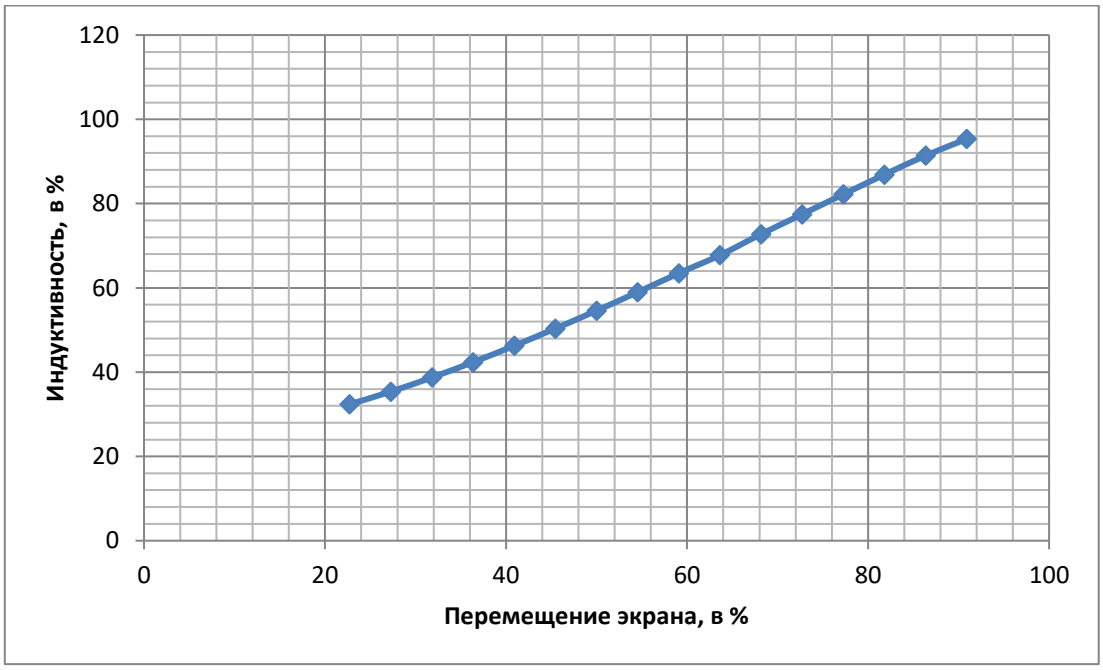


Рисунок 7. Зависимость индуктивности от положения экрана с наложенными ограничениями

При измерении изменения взаимного положения коаксиального экрана относительно катушки индуктивности датчика используют различные варианты построения первичной измерительной цепи.

Для индуктивного датчика малых перемещений в манипуляторах с указанием абсолютной позиции с частотным методом обработки первичной измерительной цепью будет являться автогенераторная схема.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При использовании автогенераторной схемы катушка индуктивности датчика включается в измерительный колебательный контур (рисунок 8).

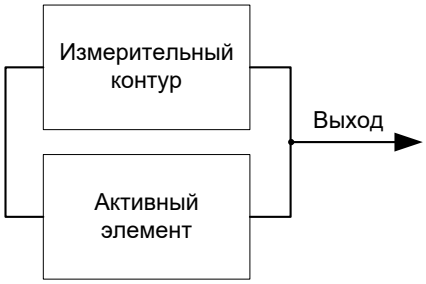


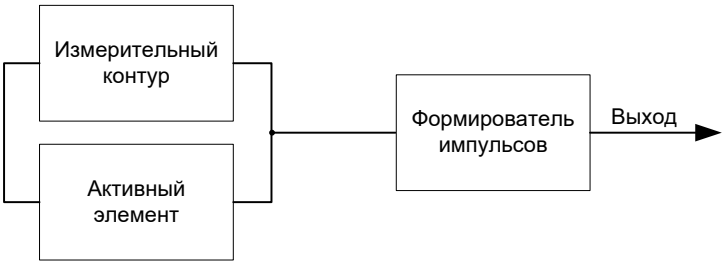
Рисунок 8. Автогенераторная схема включения катушки индуктивности датчика

Частота автоколебаний определяется резонансной частотой LC контура.

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

Генераторы LC типа имеют сравнительно высокую стабильность частоты колебаний, обеспечивают получение колебаний, имеющих малый коэффициент гармоник. В генераторе LC типа форма выходного напряжения весьма близка к гармонической. Это обусловлено хорошими фильтрующими свойствами колебательного LC контура.

Поскольку, форма выходного напряжения будет близка к гармонической, для вторичной измерительной цепи потребуется формирователь импульсов (рисунок 9).



НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 9. Автогенераторная схема включения катушки индуктивности датчика с формирователем импульсов

Также формирователь импульсов будет выполнять функцию согласования сопротивлений первичной и вторичной измерительных цепей.

При частотной модуляции вторичная измерительная цепь представляет собой цифровой частотомер. Поэтому выбор несущей частоты определяется необходимым разрешением, определяемым значением несущей частоты и глубиной модуляции. Дополнительное ограничение накладывается параметрами частотомера – временем измерения и максимальной частотой измеряемого сигнала.

Для реализации частотомера во вторичной измерительной цепи потребуется счетчик импульсов с широким частотным диапазоном, возможностью сохранения измеренных результатов в память для последующей обработки, а также произведение математических операций над сохраненным результатом. Все эти функции может реализовать микроконтроллер (рисунок 10).

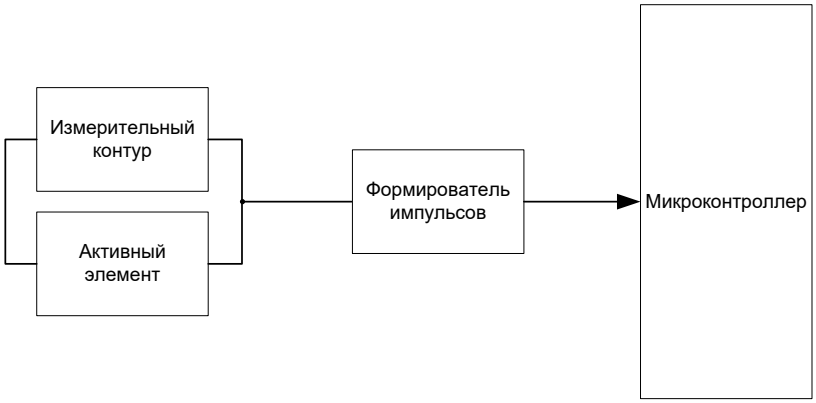


Рисунок 10. Структурная схема генератора с микроконтроллером

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

После обработки данные потребуется передать на верхний уровень для дальнейшего анализа и обработки, для этого потребуется интерфейсный модуль для микроконтроллера. Также, в дальнейшем, для отладки и программирования потребуется дополнительный модуль. Большинство выше перечисленных модулей содержится в платах прототипирования, поэтому для вторичной измерительной цепи и дополнительных модулей следует воспользоваться платами быстрого прототипирования.

Для уменьшения влияния внешних воздействующих факторов, целесообразно нормирование измеренного значения частоты по отношению к частоте компенсационного генератора (рисунок 4). Отличие контура компенсационного генератора состоит в том, что положение проводящего стакана по отношению к индуктивности катушки фиксировано. Ёмкости колебательных контуров выбираются одинаковыми и при начальном положении ручки джойстика расхождение частот генераторов минимально. Это расхождение частот нормируется по отношению к частоте компенсационного генератора и сохраняется в качестве поправки аддитивной составляющей погрешности.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

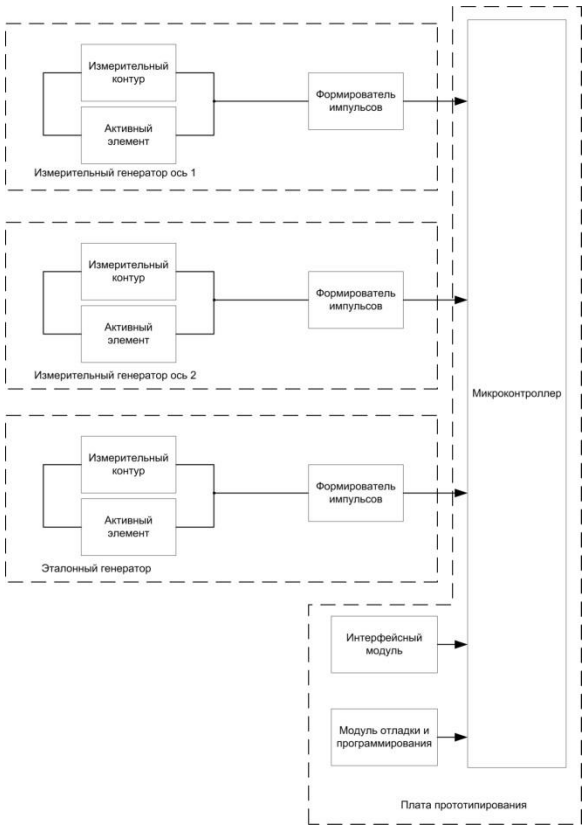


Рисунок 11. Полная структурная схема

Разработка функциональной схемы и описание ее работы

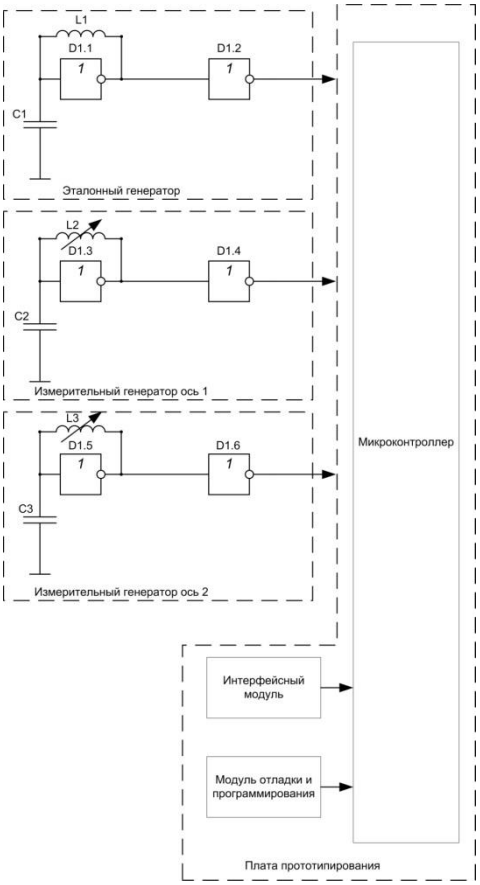
В качестве активного элемента будет использоваться инвертор, поскольку при построении схемы не потребуется дополнительных элементов. Применяя инвертор в качестве активного элемента можно сократить количество корпусов устанавливаемых на плату из-за большого количества однотипных логических элементов в одном корпусе, что в свою очередь позволит значительно уменьшить занимаемое место первичной измерительной цепью (рисунок 12).

При подаче питания на инвертор, выход инвертора будет находится в высоком уровне, конденсатор начнет заряжаться, в контуре возникнут затухающие автоколебания, причем часть тока (напряжения) этих колебаний

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

подастся на вход инвертора, таким образом появится положительная обратная связь и автоколебания превратятся в незатухающие.

Так, как в большинстве корпусов содержится 6 элементов НЕ, имеется возможность в качестве формирователей импульсов использовать оставшиеся инверторы, что также благоприятно скажется на размерах первичной измерительной цепи, что позволит непосредственно разместить первичные измерительные цепи возле катушки индуктивности датчика малых перемещений в манипуляторах с указанием абсолютной позиции. В результате использования логических инверторов в качестве формирователей выходных импульсов на выходе будет иметься цифровой сигнал, что в дальнейшем позволит не выдвигать жестких требований к разводке печатной платы.



НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 12. Функциональная схема

Выбор платы прототипирования

Для выбора платы прототипирования потребуется рассчитать частоту генерации для получения требуемого абсолютного значения глубины модуляции частоты несущего сигнала.

Измерение будет производится за время реакции человека ≈0,01 с для обеспечения оптимального режима измерений с минимальными потерями информации о перемещении.

Глубина модуляции несущей частоты измерительного генератора (изменение частоты) должна составлять не менее 12 разрядов, т.е. изменение от минимального до максимального значения должно составлять 4096 отсчетов (глубина измеренной модуляции за время измерения в 0.01 с).

Минимальная глубина модуляции частот с заданными требованиями будет рассчитываться по следующей формуле:

$$\Delta F = D \mathrm{x} f, \qquad (2)$$

где ΔF - минимальная глубина модуляции частот;

D - количество отсчетов;

f- частота выдачи данных, равная $\frac{1}{\text{время реакции человека}}$.

Рассчитанная по формуле (2) глубина модуляции частот должна составлять не менее 409600 Гц.

Произведем примерную оценку нижней и верхней границ частот генерации.

Из проведенного моделирования известно, что максимальная и минимальная индуктивность катушек различается в 4 раза, следовательно воспользовавшись формулой 1, получим, что частота генерации в зависимости

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

от накрытия коаксиальным экраном меняется в 2 раза. Из данных рассуждений можно сказать, что минимальная частота генерации должна составлять 409600 Гц, а максимальная 819200. Из вычисленных частот можно рассчитать емкость для LC контура по формуле 1, получим 34 нФ (рисунок 13).

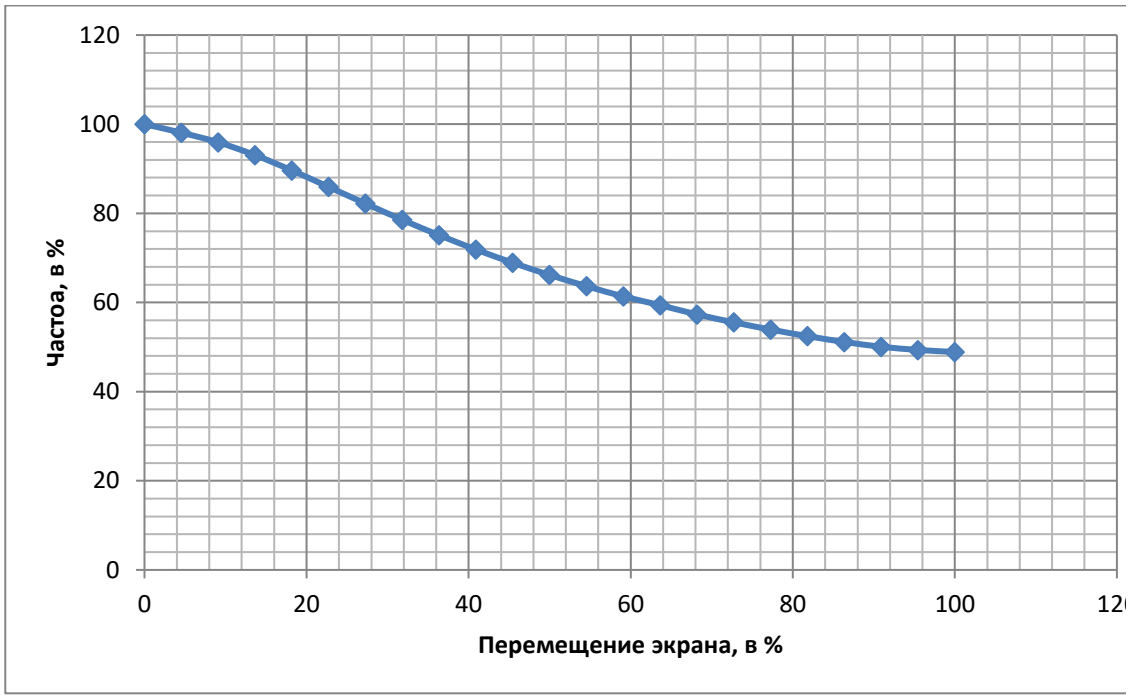


Рисунок 13. Зависимость частоты от положения коаксиального экрана при рассчитанной емкости

Однако, как было сказано ранее, передаточная характеристика имеет не линейный характер, и в связи с чем ход коаксиального экрана ограничивается от 20% до 90% относительно катушки индуктивности, рассчитав разницу в данном отрезке, получим, 2936 отсчетов, что не соответствует поставленной задаче, следовательно, что бы увеличить количество отсчетов, потребуется увеличить частоту генерации в 1.4 раза, а емкость колебательного контура уменьшить в 2 раза, получим 17 нФ. В рядах номиналов нет емкостей кратных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

17, ближайшие номиналы в ряду Е3 15 и 22, выберем меньшую, что бы иметь запас по количеству отсчетов. В результате получим емкость в 15 нФ (рисунок 14).

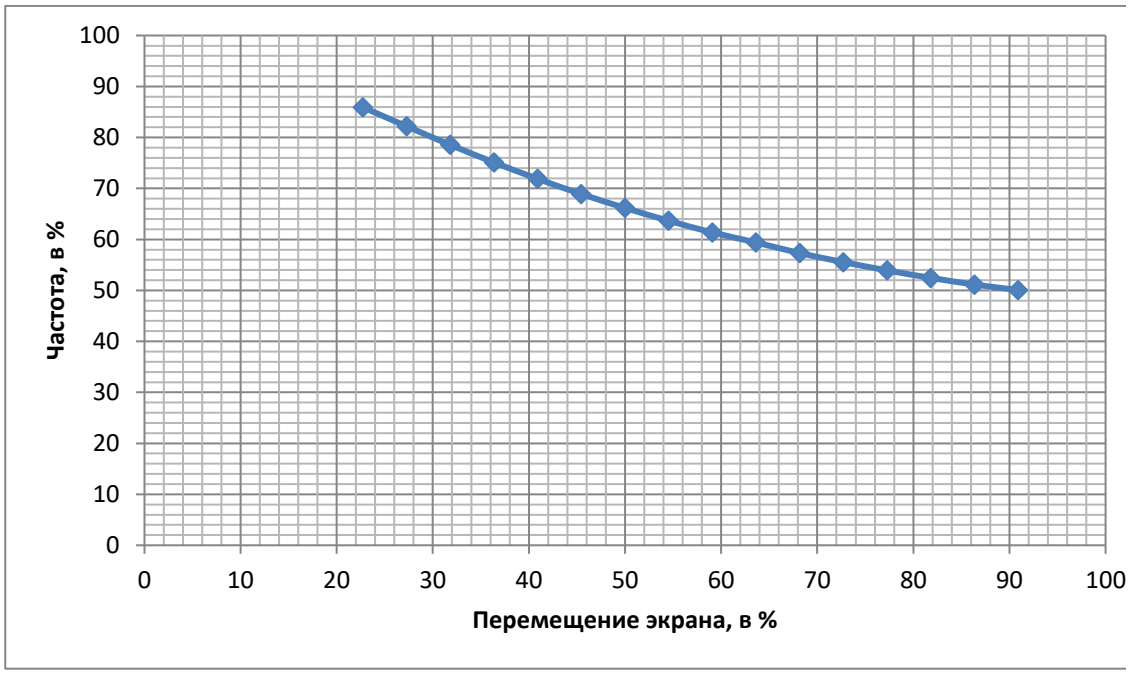


Рисунок 14. Зависимость частоты от положения коаксиального экрана при наложенных ограничениях

При рассчитанных номиналах получаем 4400 отсчетов, что соответствует поставленной задаче.

К плате прототипирования предъявляются следующие требования:

- наличие у микроконтроллера 3 таймеров - счетчиков с внешними выводами и возможностью одновременной работы на частоте не менее 1.2 МГц для счета импульсов с генераторов;
- наличие у микроконтроллера внутреннего таймера-счетчика для отсчета 10мс интервалов измерения;
- наличие канала UART для связи с ПК.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

На данный момент, из освоенных плат прототипирования, подходящим вариантом является STM32F0 DISCOVERY.

Моделирование схемы автоколебаний в САПР Multisim

Цель моделирования: получение зависимости частоты от перемещения экрана в автогенераторном включении.

Поскольку компенсационный и измерительные генераторы имеют одинаковый принцип работы, произведение моделирования каждого звена первичной измерительной цепи не потребуется (рисунок 15).

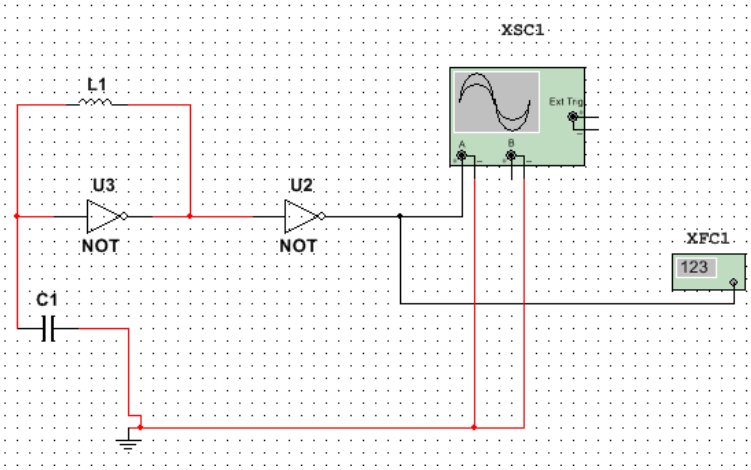


Рисунок 15. Схема для моделирования в САПР Multisim

Проведем моделирование работы измерительного тракта датчика малых перемещений. Для этого подставляя значения индуктивности, снятые при помощи сеточной модели, считываем показания частотомера, в результате получим передаточную характеристику частоты от перемещения коаксиального экрана (рисунок 16).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

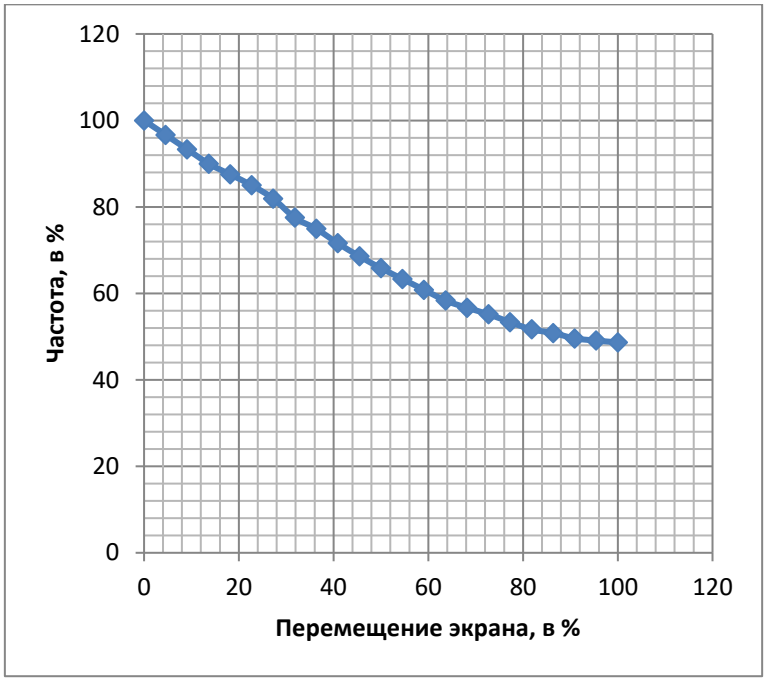


Рисунок 16. Зависимость частоты от перемещения экрана

На рисунке выше приведена зависимость частоты выходной частоты измерительного генератора от перемещения экрана, где 0 - экран находится в нижнем положении, 100% - экран находится в верхнем положении.

Как видно из рисунка ниже, на выходе инвертора-формирователя имеется стабильный выход прямоугольных импульсов, что вполне достаточно для обработки вторичной измерительной цепью. Также на рисунке представлен выход генератора (рисунок 16,17).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

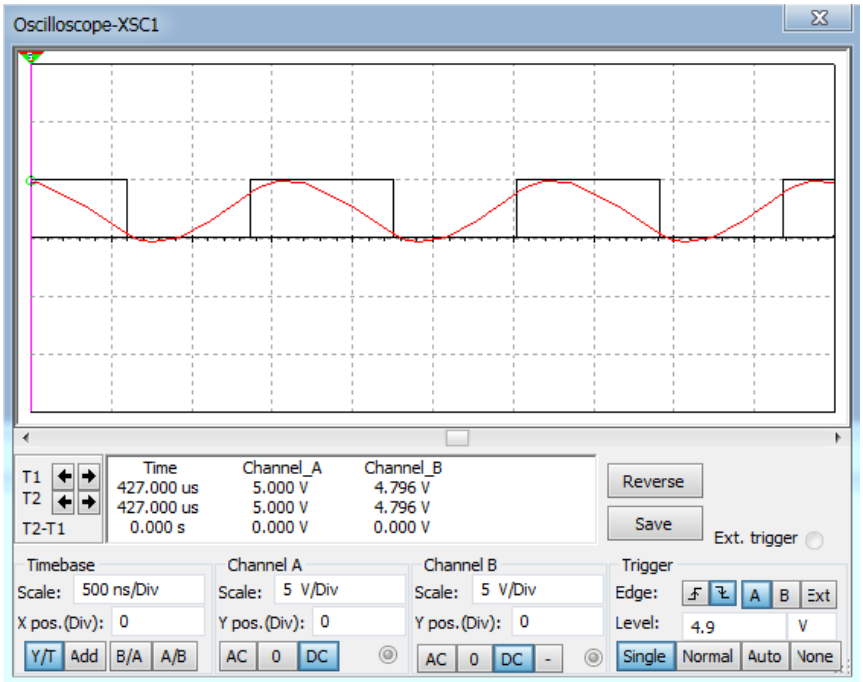


Рисунок 17. Осциллограмма работы модели генератора

На рисунке 18 приведена частота генерации сигнала.

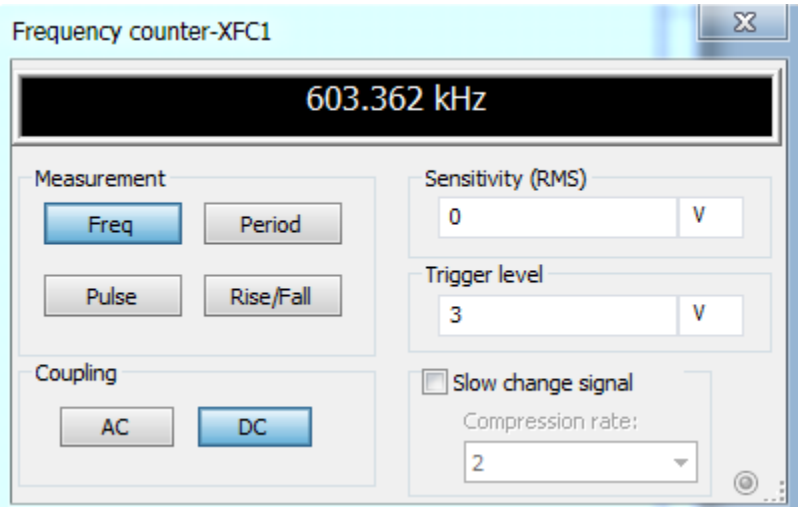


Рисунок 18. Частота генератора при минимальном накрытии катушки экраном

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Сравнение расчетной и полученной в результате моделирования частотных характеристик

Вычислим отношение приращения индуктивности к приращению перемещения экрана. Это значение будет являться характеристикой чувствительности первичного преобразователя выраженной в относительных величинах, где 1 - максимальная чувствительность, а 0 - минимальная (рисунок 19).

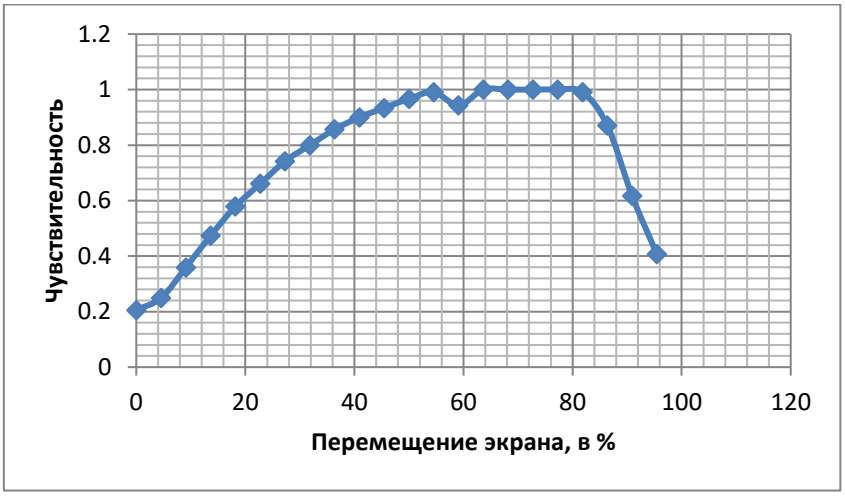


Рисунок 19. Чувствительность датчика по расчетным данным

Для наиболее точной передачи движения манипулятора с указанием абсолютной позиции, необходимо, чтобы чувствительность датчика не падала ниже 0.5, для соблюдения этого правила требуется ограничить диапазон перемещения коаксиального экрана интервалом в 20-90%.

Подставляя значения индуктивности, полученные в результате проведения моделирования работы первичного чувствительного элемента, в модель измерительного тракта, получим передаточную характеристику датчика совместно с измерительным трактом (рисунок 20).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

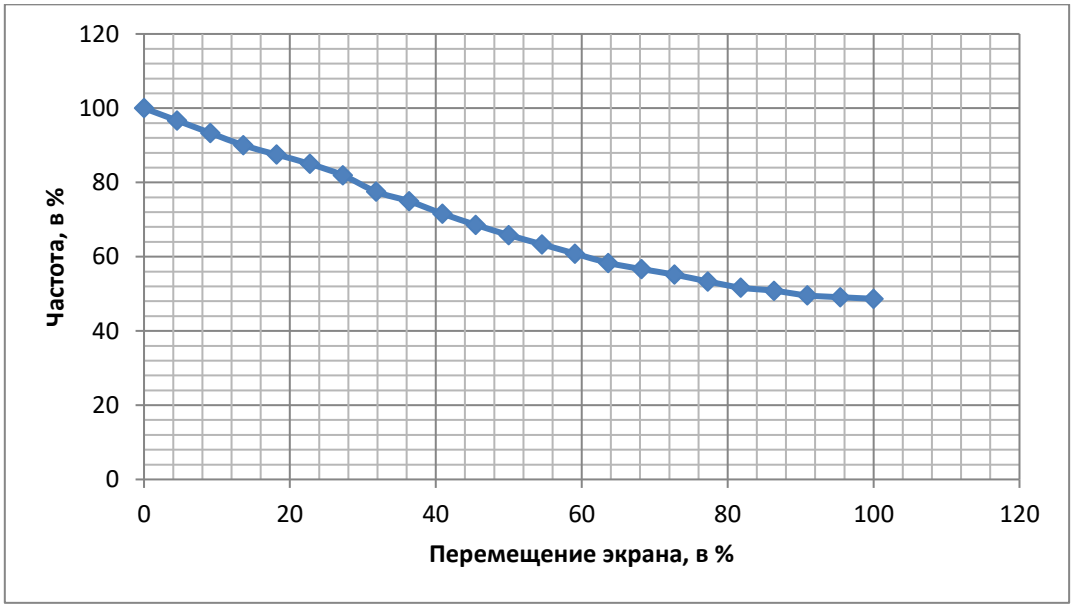


Рисунок 20. Передаточная характеристика по результатам моделирования

Рассчитаем чувствительность датчика совместно с измерительным трактом. Для этого приращения частоты разделим на приращение перемещения экрана (рисунок 21).

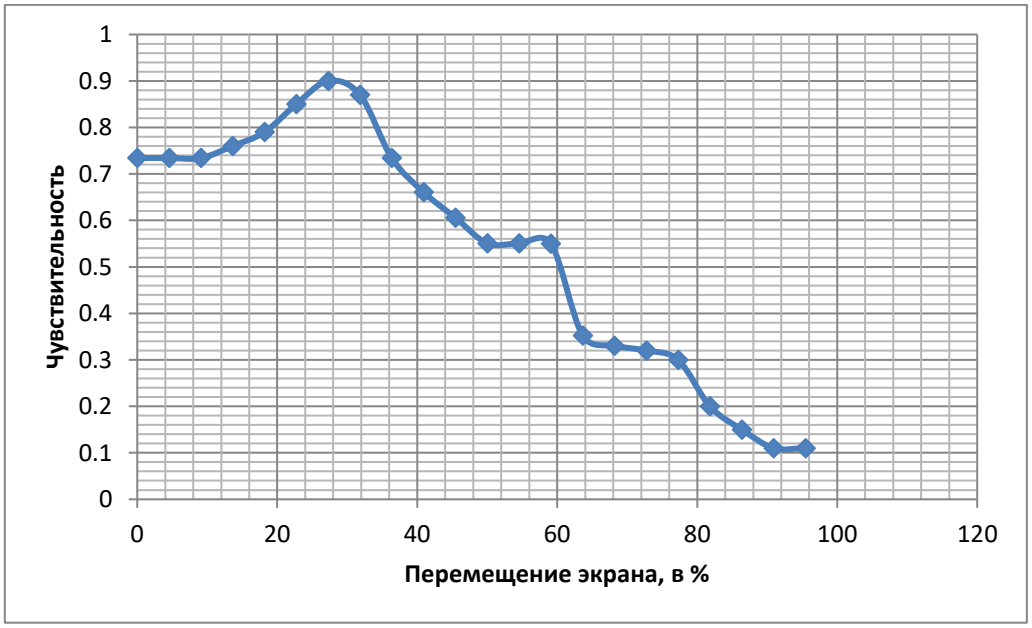


Рисунок 21. Чувствительность датчика по результатам моделирования

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

На графике, приведенном на рисунке 21, показа зависимость чувствительности от перемещения экрана. Так, как чувствительность измерительного тракта не должна падать ниже 0.5 (что соответствует уменьшению чувствительности в 2 раза), диапазон перемещения экрана следует ограничить в интервале 0-60%.

Используемая модель учитывает большее количество параметров цепи, чем аналитический расчет, в связи с этим чувствительность датчика упала и сместилась в диапазоне.

Схема электрическая принципиальная

Схема принципиальная платы прототипирования STM32F3 DISCOVERY приведена в приложении. Схема состоит из микроконтроллера и его обвязки, модуля программирования и отладки по интерфейсу JTAG или SWD, разъем для подключения платы первичной измерительной цепи, модуль UART. Также на плате прототипирования имеется тактовая кнопка перезагрузки, индикаторные светодиоды, показывающие работу МК и передачу данных по каналам связи UART.

Схема первичной измерительной цепи выглядит следующим образом (рисунок 22).

Работа схемы первичного преобразователя предполагает сравнительно высокую частоту работы, порядка 1.2 МГц, накладывает требования для элементов по рабочей частоте. Также важным параметром электрических схем является сохранение своих параметров с течением времени. Поэтому выберем компоненты с подходящей рабочей частотой и малым дрейфом характеристик во времени.

По рабочей частоте подходят следующие типы конденсаторов:

– бумажные и металлизированные 100 Гц - 5МГц;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– майларовые 100Гц - 8МГц;

– из керамики с малыми потерями 1.5кГц - 10ГГц.

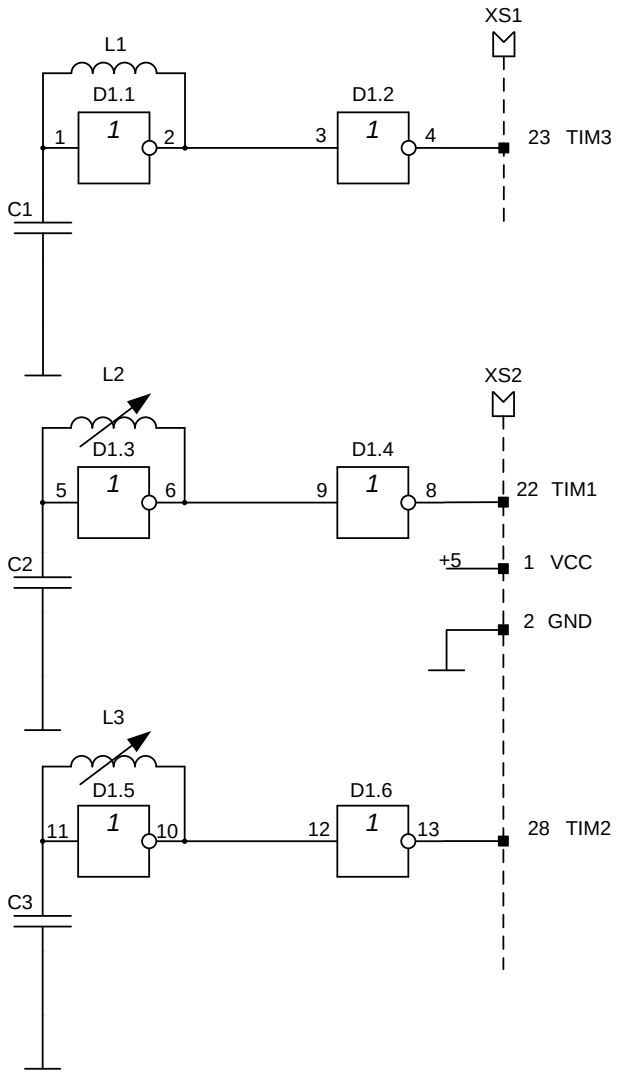


Рисунок 22. Схема электрическая принципиальная первичной измерительной цепи

В качестве время задающих конденсатор LC цепи подойдут конденсаторы из керамики с малыми потерями, поскольку они имеют подходящую рабочую частоту (от 1.5кГц до 10 ГГц), а также лучше выше

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

представленных сохраняют свои характеристики при воздействия температуры и с течением времени.

Поскольку катушки индуктивности имеют специфическую форму и размеры, то их изготовление будет штучным, и выбор не потребуется.

В качестве инвертора подойдет любая микросхема имеющая 6 логических элементов в корпусе, способная инвертировать сигнал на выходе с частотой не менее 1.2 МГц. Выберем самую распространенную на российском рынке микросхему ЭКР1554ЛН1 с граничной частотой 150МГц.

Для подключения первичной измерительной цепи к вторичной, потребуется разъем подходящий к плате прототипирования. На плате прототипирования установлен PLS1X33, ответной частью для которого является PBS1X33 (таблица 2).

Таблица 2

Перечень элементов схемы первичной измерительной цепи

Поз. Обозн	Наименование	Кол.	Примечание
C1...C3	15 нФ	3	
L1...L3	4.6мкГн	2	
D1	ЭКР1554ЛН1	1	
XS1,2	PBS1X33		

Разработка алгоритмов обработки данных с первичного чувствительного элемента индуктивного датчика малых перемещений

Для реализации функций вторичный измерительной цепи на базе платы прототипирования STM32F3 DISCOVERY, а именно цифрового частотомера, потребуется произвести инициализацию таймеров в режиме счета внешних импульсов для регистрации изменения частоты на измерительных генераторах, а также периодического измерения 0 значения компенсационного генератора.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для отслеживания 10 мс интервалов обмена потребуется запустить еще один таймер (ведущий таймер) в режиме счета внутренних импульсов.

В модуль инициализация также войдет настройка портов ввода - вывода в требуемой конфигурации, модуля приема - передачи.

Предположительно, датчик малых перемещений в манипуляторах с указанием абсолютной позиции не подлежит замене, что предполагает его использование на протяжении всего периода эксплуатации манипулятора, джойстика или устройства, в связи с этим необходимо ввести калибровку компенсационного генератора, для избегания ухода 0 значения (рисунок 23).

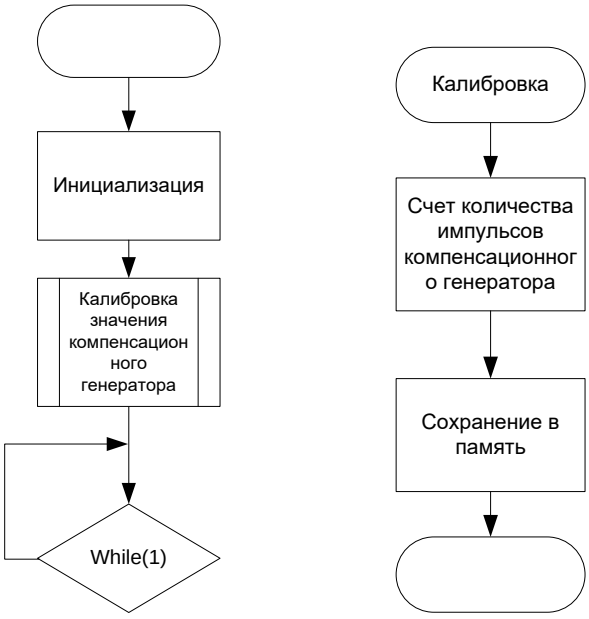


Рисунок 23. Алгоритмы основного тела программы и калибровки

Основной цикл программы

Основной цикл программы будет выполнятся по прерыванию от ведущего таймера.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

По прерыванию от ведущего таймера произведется считывание накопленных данных с таймеров, отслеживающих изменения частоты на измерительных генераторах, а также компенсационного генератора.

После считывания данных, начнется нормировка значений измерительных генераторов относительно компенсационного.

Далее произойдет передача нормированных значений для дальнейшей обработке на верхнем уровне.

После отправки данных для дальнейшей обработки, произойдет обнуление и перезапуск таймеров на повторный счет (рисунок 24).

Рисунок 24. Алгоритм основного цикла программы

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Поскольку датчик малых перемещений в манипуляторах с указанием абсолютной позиции, может эксплуатироваться при различных климатических условиях потребуется производить нормировку измеренных значений относительно измеренного значения компенсационного генератора (рисунок 25).

Рисунок 25. Алгоритм подпрограммы нормирования данных

Для смещения шкалы измеряемых данных, из значения измерительного генератора вычитается значение компенсационного. Далее находится поправочный коэффициент для сохранения размерности шкалы измерений путем деления значения компенсационного генератора записанного в память

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

при нормальных климатических условиях на текущее значение компенсационного генератора. Далее разность измерительного генератора и компенсационного генератора делится на поправочный коэффициент.

В результате рассмотрения индуктивных датчиков различных типов выявлены недостатки датчиков с подвижным сердечником. Данные датчики имеют проблему с перемагничиванием ферромагнитного сердечника, существующие методы создания сердечников не покрывают данной проблемы при работе на высоких частотах. При высокой частоте петля гистерезиса расширяется, даже при использовании тонкого материала, под влиянием магнитной вязкости, которая проявляется в «запаздывании» мгновенных значений индукции B от её значений, соответствующих статической петле. В результате проведенного анализа выяснено, что датчики с подвижным сердечником не подходят для использования в манипуляторах. Также, в пункте 1 была рассмотрена конструкция вихретокового датчика с подвижным коаксиальным экраном, которая не имеет данных проблем и подходит в качестве чувствительного элемента для датчика с указанием абсолютной позиции.

В ANSYS Maxwell построена осесимметричная модель многослойной катушки, индуктивность которой изменяется при перемещении цилиндрического экрана, которая позволила, при помощи метода конечных элементов заложенного в модель, получить поведение первичного чувствительного элемента при изменении положения внешнего экрана для получения передаточной характеристики.

На основе анализа требований к первичной измерительной цепи разработана схемная документация. По результатам разработки схемы электрической принципиальной и проведенного анализа рабочей частоты

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

первичной измерительной цепи произведен выбор элементной базы и платы прототипирования в качестве вторичной измерительной цепи.

Произведена разработка алгоритмов обработки сигнала с индуктивного датчика малых перемещений, которые в полной мере позволят обработать получаемый сигнал и передать для дальнейшей обработки на верхней уровень.

По результатам алгоритмов обработки произведена разработка программного обеспечения, реализующего последовательности выполнения действий, заложенных в алгоритмах.

Проделанная работа позволила провести макетирование манипулятора с указанием абсолютной позиции с индуктивным датчиком в режиме частотной модуляции, снять экспериментальные данные и произвести анализ, построить экспериментальный график чувствительности и предложить модификацию конструкции датчика в виде ограничения хода коаксиального экрана.

Библиографический список

1. Электрические измерения неэлектрических величин/ Под ред. П.В. Новицкого. Л.: Энергия, 1975. - 576 с.

2. Федотов, А.В. Теория и расчет индуктивных датчиков перемещений для систем автоматического контроля: монография / А.В. Федотов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 176 с.

3. Федотов, А.В. Расчет и проектирование индуктивных измерительных устройств./ А.В. Федотов - М.: Машиностроение, 1979. - 146 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 37

Гафарова Е.А. Применение творческих задач в обучении как необходимое условие для развития индивидуальной креативности – теоретические подходы

The use of creative tasks in teaching as a prerequisite for the development of individual creativity and theoretical approaches.

Гафарова Елена Аркадьевна,
кандидат педагогических наук,
старший преподаватель,
кафедра автомобильного транспорта,
информационных технологий и методики
обучения техническим дисциплинам
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный
гуманитарно-педагогический университет
Gafarova Elena Arkadyevna,
Ph.D., Senior Lecturer,
Department of Automobile Transport, Information
Technologies and Methods of Teaching Technical Subjects
South Ural State Humanitarian Pedagogical University

Аннотация. *Рассмотрены основания применения задач творческого содержания для целей развития креативности.*

Ключевые слова: *Творческая задача, креативность, эвристика, алгоритмы творческой деятельности*

Abstract. *The article describes the application of task creative content for the purposes of the development of creativity.*

Keywords: *Creative solution, creativity, heuristics, algorithms, creative activities.*

Наиболее приемлемой формой обучения творческой деятельности и развития индивидуальной креативности является предъявление и решение творческих задач.

Необходимо отметить, что, прежде чем учиться решать творческие задачи, обучающемуся необходимо освоить приемы решения репродуктивных задач, репродуктивно-творческих и творческо-репродуктивных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При решении репродуктивной задачи от обучающегося требуется точное воспроизведение усвоенных действий по заранее заданному образцу.

При решении репродуктивно-творческой задачи обучающемуся необходимо самостоятельно применить приемы в условиях, незначительно отличающихся от освоенного раннее образца.

При решении творческо-репродуктивной задачи обучающийся применяет приемы или последовательность приемов в существенно изменённых относительно освоенного образца условиях, однако, стратегия решения базируется на освоенном образце.

При решении творческой задачи от обучающегося требуется на основе освоенных приемов самому выбрать стратегию и тактически реализовать ее через последовательность приемов. Такое понимание следует из анализа психолого-педагогической литературы, работ исследователей В.И. Андреева, В.П. Беспалько, А.В. Усовой и других ученых.

Анализ психолого-педагогических источников показал, что известные приемы решения творческих задач представляются в обобщенном виде эвристиками и алгоритмами. Остановимся подробнее на этих понятиях.

Эвристикой, в широком смысле, называют молодую науку, развивающуюся на стыке психологии, теории искусственного интеллекта, логики, структурной лингвистики, предметом изучения которой является умственная творческая деятельность.

В узком смысле, эвристика – это приём, позволяющий сократить количество переборов различных вариантов решения при творческом поиске. Функциональная особенность эвристик проявляется в том, что эвристические методы рассматриваются как направляющие мысль в сторону творческого решения. Исследуя процесс рождения эвристик, выделяются два принципиальных этапа. Сущность первого этапа – осуществление наблюдения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

за процессом решения задач, второй – предполагает осознание наблюдаемой деятельности решающих задачи и систематизацию полученных результатов. При этом происходит выдвижение гипотезы, которая с определённой вероятностью описывает закономерности поведения решающего задачу. Гипотезы трансформируются в эвристические правила. При этом эвристика выступает и методом решения, и частью процесса решения.

В.И. Андреев в своей работе [1, с. 98] дает такое определение: «*Эвристики – это такие общедидактические приёмы, целенаправленное применение которых активно формирует у учащихся стратегии поиска решения творческих задач».*

Под алгоритмом понимается конечный набор правил, обеспечивающий решение любой задачи из некоторого заданного класса задач. Алгоритм характеризуется тремя основными свойствами: детерминированностью, результативностью и массовостью. Детерминированность или определённость означает, что предписания, образующие алгоритм, должны быть строго определёнными, однозначными и непротиворечивыми. Результативность предполагает, что алгоритм должен приводить к решению задачи за конечное число шагов, а массовость – что каждый алгоритм должен быть применимым для множества типичных задач.

То есть, эвристики – это предписания, указания, приёмы, схемы, облегчающие поиск решения задачи, сужающие его при формальном переборе возможных вариантов, но не гарантирующие получение результата.

Алгоритмы – это точные, однозначные предписания, выполняя которые исполнитель обязательно решит задачу.

Понятия эвристики и алгоритма сближаются, когда речь заходит о решении творческих задач (игра в шахматы, сочинение музыки и стихов, художественные переводы и т.д.) [5]. В этих случаях применяются адаптивные алгоритмы, в

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

которых нет детерминированности, потому что в состав алгоритма входят эвристические процедуры с той или иной степенью неопределённости. В системах искусственного интеллекта формализованные эвристики включаются в состав эвристических алгоритмов, обеспечивающих эффективный поиск решения творческой задачи, а эвристические алгоритмы становятся сложноорганизованной и хорошо структурированной эвристикой.

Определенные черты эвристического программирования имеет и человеческое мышление. Как отмечают В.П. Зинченко и А.А. Назаров [6], разница между двумя типами мышления (научного и художественного) скорее количественная, а не качественная, так как художник завершает свой творческий акт созданием образа, а учёный продолжает развёртывание образа до превращения его в понятие. То есть, образ выступает своеобразным чувственным эквивалентом мыслимого содержания.

Логика «информационной обработки» образов человечеством только познаётся но, на наш взгляд, в этом познании возможны поиск соответствующих алгоритмов и эвристик.

Приемы решения творческих задач являются весьма специфическими знаковыми структурами, техника оперирования которыми не всегда понятна и трудно формализуема.

Однако, мы считаем, что мыслительные операции, производимые во время творческого процесса, подчинены определённой логике, хотя, возможно, мыслящий субъект не всегда понимает эту логику и применяет алгоритмы, не осознавая детально их состава [5].

На специфику взаимодействия логики и творчества обращает внимание Я. А. Пономарёв, отмечая в [7, с.290] что *« ... по самой сути дела любое решение подлинно творческой проблемы всегда выходит за пределы логики. Однако, как только это решение получено, оно, конечно, может при определённых условиях*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

быть логически осмысленным. И если оно принципиально ново, то с неизбежностью должно обогатить логику. Эвристической логикой в строгом смысле может быть названа та логика, которая постоянно обогащается в итоге анализа открытий. На основании такой логики те задачи, которые до этого были творческими, перестают быть таковыми, они становятся задачами логическими. Это и создаёт одно из условий развития творческих возможностей. Опираясь на достижение логики, сфера творчества перемещается и вновь оказывается за пределами возможностей логики».

То есть, между творческим решением и логикой существует диалектическая взаимосвязь и, совершенствуясь в решении творческих задач, обучающийся может и должен развиваться, как творец.

Представители гештальт-психологии, например, М. Вертгеймер [2] считают, что в основе инсайта, лежат особые способы переработки информации. Механизмы интуиции состоят в одновременном учёте различной по своему качеству информации в одном мыслительном акте. То есть, как бы выразились кибернетики, процесс переработки информации в этом случае становится нелинейным, параллельно-рекурсивным, многомерным и, заметим, индивидуальным. При всем при этом такой процесс познаваемый.

Согласно законам диалектики в творческом мышлении, сосуществуют единичное, особенное и всеобщее. Значит, наряду с индивидуальными способами решения творческих задач, наличествуют особенные, то есть типичные, применимые к какому - либо классу, и всеобщие – применимые ко всем творческим задачам. Типичные способы могут быть представлены через алгоритмы и эвристики. Всеобщие способы реализации творческих решений, по-видимому, выражаются через наиболее общие закономерности, выраженные в виде законов, принципов, дидактических основ и т.п. Выявление таких закономерностей не является предметом нашего исследования, а лежит

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

выше в иерархии научного знания. Но бывает, что приём сугубо индивидуален и не может быть до конца осознан и обобщён, тогда он становится интеллектуальным достоянием обучающегося и применяется им в решении творческих задач, что, также, по нашему разумению, неплохо.

То есть, отдельные индивидуальные творческие приемы могут быть обобщены в виде эвристик и алгоритмов. Эвристики и алгоритмы, отражающие типичные приемы творческих задач, становятся предметом изучения и условием для эффективного формирования творческих умений.

Однако, только системное личностное образование (имеем в виду - креативность) может быть достаточно устойчивым и способствовать результативности в решении творческих задач [4].

Таким образом, мы логически приходим к выводу о том, что для развития креативности необходимо в обучении применять совокупность творческих задач.

Библиографический список

1. Андреев, В.И. Педагогика [Текст]: учебный курс для творческого саморазвития /В.И. Андреев. 2-е изд. Казань: Центр инновационных технологий, 2000. 608 с.

2. Вертгеймер, М. Продуктивное мышление [Текст]: перевод с англ. / М. Вертгеймер; общ. ред. С.Ф. Горбова и В.П. Зинченко. Вступ.ст. В.П. Зинченко – М.: Прогресс, 2006, 336 с. ил.

3. Гафарова Е.А. Задачный подход в решении проблемы формирования творческих умений старшеклассников при изучении компьютерных информационных технологий [Текст].// Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2006. Т. 5. №23. с. 116-119.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

4. Гафарова Е.А. Теоретико-методологические аспекты построения индивидуальной креативности. [Текст]//Сборник материалов конференции: Science, society, progress proceedings of articles the international scientific conference. 2016. С. 213-220.

5. Гафарова Е.А. Формирование творческих умений у старшеклассников при изучении информационно-коммуникационных технологий [Текст] // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Челябинский государственный педагогический университет. Челябинск, 2007

6. Зинченко, В.П., Назаров, А.А. Размышление об искусственном интеллекте [Текст] / В.П. Зинченко, А.А. Назаров // О человеческом в человеке: сб. научн. тр. М.: Наука, 1991, с.132-138

7. Пономарёв, Я.А. Психология творчества [Текст]: учебное пособие / Я.А. Пономарев. М.: Наука, 1988. – 303 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 33.338

Чеснокова Е.А. Тенденции развития корпоративного обучения в сервисной деятельности

Development trends of corporate training in service activities

Чеснокова Елена Александровна
к.э.н., доцент кафедры «Экономика и менеджмент»
Воронежский государственный технический университет
Chesnokova Elena.
Ph. D., associate Professor of the Department "Economics and management"
Voronezh state technical University

Аннотация. *В статье рассматриваются проблемы становления и развития системы корпоративного обучения. Показано, что многие компании продолжают вкладывать средства в профессиональный и личностный рост своих сотрудников. Выделены подходы к образовательному процессу, установлены общие тенденции. Предложены основные направления развития и совершенствования образовательных процессов в учебных центрах. Делается вывод о том, что учебный центр, работающий по грамотно составленной и соответствующей профессиональным реалиям программе, учитывающий тренды рынка, выпускает не просто специалистов, а настоящих экспертов. И чем их больше, тем выше уровень знаний всей отрасли.*

Ключевые слова: *Кадровые агентства, образовательный процесс, эффективность, качество обучения, коучинг, фасилитация, геймификация.*

Abstract. *In the article the problems of formation and development of corporate training system. It is shown that many companies continue to invest in professional and personal growth of its employees. The selected approaches to the educational process, established General trends. The basic directions of development and improvement of educational processes in educational centres. It is concluded that the training center, working on well-written and relevant to the professional realities of the program, taking into account market trends, produces not just experts, and real experts. And the more you have, the higher the level of knowledge of the entire industry.*

Keywords: *Recruitment agencies, educational process, efficiency, quality of training, coaching, facilitation, gamification.*

Несмотря на кризис, до 45% российских компаний продолжают инвестировать в развитие персонала. Но при этом больше внимания уделяют эффективности обучения.

Эксперты некоторых кадровых агентств проанализировали актуальные веяния в корпоративном обучении и пришли к выводу, что экономический спад вынудил бизнес считать ROI. В отличие от кризиса 2008 года, когда бездумно и полностью урезались HR-бюджеты по всем статьям, в 2016 и 2017 годах

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

организации отказываются от такого подхода. Но они начинают прицельно выбирать, кого, чему и каким образом учить. По данным февральского опроса исследовательского центра Superjob, от 28% до 45% компаний (в зависимости от отрасли) продолжают вкладывать средства в профессиональный и личностный рост своих сотрудников. Подходы к образовательному процессу, как и преследуемые цели, у всех разные, но можно выделить общие тенденции. Предлагаем к рассмотрению основные из них.

1. Корпоративных учебных центров становится больше. Сейчас дальновидные управленцы понимают, что без регулярных инвестиций в человеческий капитал невозможно качественно встраиваться в изменившуюся бизнес-реальность[1]. Рынок диктует свои требования относительно направления и скорости развития компетенций сотрудников. Поэтому компании, в зависимости от их масштаба, открывают корпоративные университеты или учебные центры, набирают штатных тренеров и коучей или обращаются к провайдерам образовательных услуг. В работе учебных центров регулярно появляются вакансии руководителей и специалистов по внутреннему обучению от компаний из различных отраслей, например юридической, фармацевтической, сферы услуг».

Организации, преследуя цель повысить квалификацию сотрудников, стараются добиться эффективности обучения за счет привлечения внутренних ресурсов. Чтобы успевать за изменениями на рынке, появляющимися технологиями, необходимо постоянно обновлять программы тренингов [2]. На определенном этапе карьерного роста в компаниях сотрудники подключаются к этому процессу не как реципиенты, а как источники знаний и навыков: готовят и проводят занятия по определенным направлениям деятельности агентства, принимают зачеты у ассистентов. Для них, кроме прочего, это возможность систематизировать данные, обобщить и структурировать собственный опыт.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Популярна и комбинированная модель, когда создание образовательной программы поручается стороннему исполнителю, а внедрение осуществляется полностью своими силами. Это выгодно и быстро, когда требуется оперативно обучить большое число сотрудников. Полный комплект материалов курса, включающий разработанную программу, методические рекомендации, скрипты и прочее, заказывается внешним провайдерам, затем передается внутренним тренерам в ротацию.

2. Снижение среднего чека за уникальные решения. Эксперты отмечают, что рынок образовательных услуг стал и сложнее, и интереснее. Модели с привлеченными внешними провайдерами делаются более разнообразными, включают в себя этапы от разработки до внедрения и оценки результатов [3]. Доходность специализированных тренинговых центров падает, в нынешней непростой экономической обстановке переговоры ведутся в большей мере с учетом бюджета заказчика, его возможностей, нежели прайс-листа исполнителя. К программам предъявляются серьезные требования по кастомизации – адаптации под конкретное предприятие, включения сквозных реальных кейсов, привязки к работе конкретной группы сотрудников. «Коробочные» продукты практически сошли с дистанции в гонке за потребителем.

При падающей в общем по рынку марже мы наблюдаем одновременный всплеск запросов и по количеству, и по разнообразию форм и видов обучения. Повысилась потребительская грамотность: никого уже не удивишь модерацией, фасилитацией или групповым коучингом [4]. Последний стал нормой жизни эйчаров и руководителей, его внедряют на системном уровне, а не от случая к случаю. Во многих компаниях выросли сильные внутренние коучи.

Требования к уникальности образовательного продукта продиктованы в первую очередь ожидаемой эффективностью, планируемой отдачей на каждый вложенный рубль. Российский бизнес, благодаря сформированным системам

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

оценки персонала, научился переводить в конкретные цифры результаты обучения. Как показал вышеупомянутый опрос Superjob, это делают 85% организаций. Поэтому стали востребованы те методы (например, игровые), которые еще несколько лет назад не рассматривались по причине высокой стоимости [5].

3. Игровая подача любого образовательного материала. Геймификацию, как один из самых передовых инструментов, сегодня может реализовать все большее число разработчиков игровых приложений. Они готовы браться за проекты любой тематики и для любой аудитории. Рынок предложения вырос в шесть-восемь раз по сравнению с 2015 годом. С ростом конкуренции и появлением разнообразных платформ (уже наполовину готовых, шаблонных решений) цены проектов могут различаться на порядок.

Создание обучающей игры может стоить от 100 тыс. до 1,5 млн рублей. По словам эксперта, если использовать онлайн-платформу или плагин для сайта, распространяемый по модели подписки, то геймификация обойдется всего в 15-20 тыс. рублей в месяц. В сегменте индивидуальных решений цены скорее выросли, но остаются доступными не только крупнейшим международным корпорациям, но и среднему российскому бизнесу [6].

Заказчики в стремлении вовлечь «игреков» и «миллениалов» готовы переводить в игровой формат все, вплоть до юридических и банковских тем. Например, Сбербанк для своего корпоративного университета разработал компьютерные бизнес-симуляции не только для сотрудников, но и для партнеров.

Изменились и требования к оформлению: в тренде большие игровые поля, яркая графика и запоминающиеся персонажи. Организации понимают, что ROI такого продукта тем выше, чем он качественнее реализован. Все чаще

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

пользуются спросом офлайн-варианты геймификации, а именно серьезные бизнес-игры, которые моделируют реальность.

4. Чужой опыт в свою пользу. Выход не только из онлайна, но и физически за пределы своего предприятия – еще один популярный тренд. Курс обучения строится по следующей схеме: сначала рассматривается определенный управленческий инструмент. После этого слушатели курса отправляются на экскурсию, чтобы оценить, как он внедрен в другой компании, знакомятся с корпоративной культурой и организацией бизнес-процессов. Вернувшись, участники группы закрепляют полученные знания на практике: встречаются для работы над проектами с реальным последующим внедрением, защищая их перед топ-менеджментом компании. Интересные инициативы сотрудников, подкрепленные изучением чужого опыта, могут окупить вложения в обучающие мероприятия, но главное – повышают вовлеченность коллектива [7].

В крупных корпорациях используются стажировки за границей, даже разрабатываются внутренние мини-MBA. В 10% компаний (по опросу Superjob) пользуются успехом долгосрочные образовательные программы, например по переподготовке инженерных и управленческих кадров для нанотехнологической индустрии совместно с Фондом инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО, на базе его опыта и наработок. Бизнес меньшего масштаба вкладывает средства в более доступные по бюджету форматы – краткосрочные тренинги (40%).

5. Мультизадачность обучения. Задач и целей у образовательных проектов становится больше. Компании посредством обучения повышают мотивацию персонала, формируют кадровый резерв, управляют преемственностью опыта [8]. Например, некоторые работодатели таким путем проводят подбор кадров.

Например, объединение промышленников организовало корпоративный университет, пригласив молодых специалистов пройти обучение в направлении

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

юридической поддержки производственного предприятия. Цель мероприятия состояла в том, чтобы принять на работу достойного специалиста, показавшего себя в деле. По результатам защиты итоговых проектов лучший выпускник получал оффер на одном из заводов объединения, с окладом выше среднерыночной планки по региону для аналогичных специалистов. По программе образовательного проекта задача заключалась в поиске опытного юриста, который бы присоединился к образовательной программе на одном из последних этапов и поучаствовал в конкурсе проектов наравне со студентами. Причины поиска – недостаток сильных кандидатов в стартовом наборе, а также желание сравнить результаты и качество подготовки тех, кто прошел обучение по программе, с юристом-практиком.

6. Проектный подход к обучению. Будет расти популярность training transfer – проектного подхода к реализации обучения персонала. Его отличие от стандартного тренинга в том, что добавлены подготовительные мероприятия, блок переноса навыков в практику, оценка результативности и последующая поддержка [9]. Участники приходят на семинар, заранее выполнив определенные кейсы, уходят с домашними заданиями, поддерживают связь с тренером до и после мероприятия.

Воздействие дополнительных активностей, по опыту работы команды GET Global, позволяет повысить качество усвоения полученных знаний и умений до 60-80% против 20-процентного эффекта от разового занятия. Пока проектное обучение не является стандартом рынка. Но уже сейчас программ с привязкой к регулярной оценке, сопровождающихся между сессиями индивидуальной и групповой работы, разрабатывается все больше. В них вовлекаются руководители обучаемых, создаются онлайн-платформы для администрирования training transfer, благодаря которым можно оценить вовлеченность участников, выполненные работы, этапы прохождения процесса.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

7. Самоподдерживающиеся системы обучения и развития. Венцом эволюции проектного обучения и в целом корпоративных образовательных технологий на текущий момент эксперты называют самоподдерживающуюся систему обучения и развития (ССОР). Она дает ощутимую экономию средств за счет того, что функционирует внутри компании без дополнительных вложений в течение одного-двух лет, сохраняя и углубляя навыки персонала [10]. Первоначальные инвестиции в ССОР направляются на анализ ситуации, детальную диагностику задач, разработку тренингов и их проведение, создание сценариев поддержки, отчетности и нематериальной мотивации, подготовку и сертификацию внутренних тренеров. Каждый этап сопровождается контролем провайдера.

Специалисты, работающие с ССОР, отмечают позитивное влияние того факта, что процесс проходит в единой корпоративной культуре, и те, кто поддерживает систему и учит других, сами должны демонстрировать отличные результаты [11]. Например, в нескольких компаниях внедряли данную систему и получали потрясающие отклики и результаты: устойчивый и долгосрочный эффект роста уровня навыков и знаний. Так, в продажах на 70% становилась выше вовлеченность участников. Управленец и сам учит, и проводит полевой коучинг, и контролирует. Он подготовлен к тому, чтобы передавать материал другим сотрудникам, развивать их, получать постоянную обратную связь. Например, руководитель и эйчар провели тренинг, научили группу тому, как проводить правильно совещания. Через три недели – поддерживающее занятие, на котором они совместно разобрали успешный и неуспешный опыт. А затем начальник принял участие в совещаниях своих подчиненных/коллег, посмотрел, как они на практике их проводят, и дал развивающую обратную связь, как его этому обучили провайдеры.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Многие ученые и специалисты изучают проблему открытия образовательных центров в России. Центров, которые могли бы реально вести образовательный процесс, готовить необходимых специалистов для рынка России. К сожалению, мотивационные программы по ведению бизнеса в этой сфере еще достаточно слабы [12]. Тем не менее, наше видение и рекомендации выглядит следующим образом.

Во-первых, - искать заинтересованных. Учебный центр начинается с подготовки программы курса, для создания которой нужно заранее понять, на какую целевую аудиторию она рассчитана. Хорошо сегментированная аудитория – залог успеха, мы выделяем три наиболее емкие группы.

1) Люди, не обладающие знаниями в сфере интернет-маркетинга, но стремящиеся их получить, чтобы, в перспективе, сменить профессию или расширить круг компетенций.

2) Продвинутые пользователи, которые приходят на курсы, чтобы структурировать уже имеющиеся знания, либо чтобы узнать что-то новое и получить полезные знакомства.

3) Собственники бизнеса – им интересна «внутренняя кухня» интернет-маркетинга, чтобы понять, как взаимодействовать с подрядчиками, как и на чем сэкономить при проведении рекламной кампании, какие процессы наладить «in-house», а какие отдать подрядчику [13].

Большая часть слушателей – представители первых двух групп, поэтому при разработке учебной программы ориентируемся именно на них. Однако задачу усреднения уровня знаний этот подход все равно не решает. Сделать так, чтобы «продвинутым» было нескучно, а «начинающим» – все понятно, помогают предварительные индивидуальные интервью, выявляющие знания и потребности каждого. Еще один инструмент – вводные занятия, наполненные многочисленными примерами, на которых точно никто не скучает.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Во-вторых, - менять программу. Необходимо готовиться тому, что программу обучения придется менять из-за следующих обстоятельств:

1) Перемены в отрасли. Нельзя игнорировать, например, внедрение «Яндексом» алгоритма «Минусинск», запуск Google алгоритма mobile-friendly, изменение структуры новостной ленты Facebook. Отставание от подобных нововведений негативно скажется на процессе обучения, и воспитать профессионалов точно не получится. Так что, желание давать актуальные знания обуславливает своевременное внедрение изменений [14].

2) Отсутствие целостной картины. Например, в одном из центров подготовки однажды пришлось переписывать почти готовый курс по контекстной рекламе, так как тестовые лекции курса показали, что программа не формирует цельного представления о предмете изучения. У слушателей неизбежно возникали вопросы, например, почему преподаватель говорит о ремаркетинге и решил затронуть вопрос сегментирования, как это связано с озвученной ранее информацией? Проведенный анализ показал, что первоисточник проблемы, как ни странно, высокий уровень преподавателей: при подготовке лекций они исключали погружение в некоторые базовые основы.

В-третьих, - давать обратную связь. Выяснить, насколько органично изменения вписались в программу курса, помогает обратная связь со слушателями, существование которой поддерживает открытость руководства и преподавательского состава учебного центра. Кроме традиционных вопросов на лекциях, сообщений в социальных сетях и телефонных звонков в учебный центр, компании стали использовать онлайн-дневники, которые ведут слушатели. В своих соцсетях они делятся впечатлениями от каждой лекции, а учебный центр получает «взгляд со стороны».

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Еще один способ понять, успешно ли внедрены изменения – проанализировать насколько усваиваются знания [15]. Если у 90% слушателей разбираемый материал вызывает затруднения, значит что-то пошло не так, и, возможно, следует внести коррективы в программу. Например, ввести больше практических заданий, основанных на реальных кейсах.

В-четвертых, - использовать принцип вовлеченности. Еще одна проблема, с которой сталкивается любой учебный центр – вовлечение слушателей в рабочий процесс. Ее можно решить, предприняв четыре шага, которые позволят заинтересовать до 90% слушателей:

Максимально персонализировать каждый курс. Даже если в группе обучается более 20 человек, к каждому можно найти подход. Например, индивидуальные вебинары, закрытые группы в социальных сетях, где слушатели могут задать вопросы любого уровня сложности и вести дискуссии с преподавателями.

Сконцентрировать слушателей на практике. У большинства слушателей есть собственные проекты, а преподаватели в рамках занятий дают советы по их улучшению.

Поддержать здоровую конкуренцию, одним из инструментов которой сделать рейтинги успеваемости. Лучшие слушатели награждаются грантами, углубленными индивидуальными консультациями, проходят стажировку в лидирующих компаниях отрасли и, впоследствии, получают предложения о трудоустройстве [16].

Игнорировать социальный статус слушателей. Например, среди слушателей может быть заместитель генерального директора крупной компании, начальник отдела маркетинга банка, однако отношение к ним такое же, как к владельцу небольшой домашней пекарни или молодого интернет-магазина. Неважно, с

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

какими знаниями пришел слушатель, главное, чтобы при завершении курса они соответствовали образовательной программе учебного центра.

Подводя итоги, хочется напомнить, что учебный центр, работающий по грамотно составленной и соответствующей профессиональным реалиям программе, учитывающий тренды рынка, выпускает не просто специалистов, а настоящих экспертов [17]. И чем их больше, тем выше уровень знаний всей отрасли.

Библиографический список

1. Бородай В.А. Предпосылки устойчивого развития бизнеса в турбулентной среде // В сборнике: Регулирование экономической деятельности и деловая среда: проблемы, перспективы и решения Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции. 2017. С. 332-341.

2. Молчанова О.С., Бородай В.А. Ребрендинг сервисной компании как выход на новый качественный уровень развития // В сборнике: Наука, технологии, техника: современные парадигмы и практические разработки сборник научных трудов по материалам I Международного научно-практического форума. 2017. С. 131-146.

3. Бородай В.А. Сервис как идеология высокого смысла и новый взгляд на отношения в обществе // В сборнике: ТУРИЗМ И ИНДУСТРИЯ ГОСТЕПРИИМСТВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ Материалы III-й Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Министерство культуры Ростовской области, Национальная академия туризма. 2017. С. 224-228.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

4. Дудкина О.В., Бородай В.А. Информационный индивидуализм сервисных услуг на основе эластичности медийного пространства // В сборнике: ТУРИЗМ И ИНДУСТРИЯ ГОСТЕПРИИМСТВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ Материалы III-й Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Министерство культуры Ростовской области, Национальная академия туризма. 2017. С. 198-202.

5. Бородай В.А. Рыночные императивы потребительского поведения в XXI веке // В сборнике: ТУРИЗМ И ИНДУСТРИЯ ГОСТЕПРИИМСТВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ Материалы III-й Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Министерство культуры Ростовской области, Национальная академия туризма. 2017. С. 214-224.

6. Карич Л.В., Бородай В.А. Репутация сервисной компании как потенциал развития и социальный запас прочности // В сборнике: ТУРИЗМ И ИНДУСТРИЯ ГОСТЕПРИИМСТВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ Материалы III-й Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Министерство культуры Ростовской области, Национальная академия туризма. 2017. С. 236-243.

7. Бородай В.А., Петренко А.С. Бенефиты талантливым работникам – фундамент лояльности в сервисной компании // Подводя итоги года. Вопросы политологии, социологии, философии, истории, экономики. - Саратов: ЦПМ Академия бизнеса. 2016. С. 25-28.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

8. Бородай В.А. Проблемы эмерджентности системы управления в сервисной деятельнорсти // В сборнике: Развитие науки и технологий: проблемы и перспективы развития Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 7-17.

9. Казьмина Л.Н., Дудкина О.В., Бородай *В.А.* Дивергентное мышление в сервисной деятельности / Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 9 (103). С. 31.

10. Бородай В.А. Форсайт как техника принятия решений в туристской сфере в условиях неопределенности // В сборнике: Финансы, учет и менеджмент: теоретические и практические разработки Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции. 2017. С. 371-383.

11. Дудкина О.В. Лояльность клиентов как инструмент маркетинга в сфере сервиса // В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования: опыт, проблемы и перспективы сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции. НОО «Профессиональная наука». 2017. С. 290-300.

12. Бородай В.А. Торговля в современном обществе: социально-институциональный анализ: моногр. – Ростов-на-Дону.: ИПО ПИ ЮФУ, 2008. - 332 с.

13. Минасян Л.А. Россия в системе мирового туризма: тенденции развития // В сборнике: Туризм и индустрия гостеприимства: современное состояние и тенденции развития Международная научно-практическая конференция, в рамках XI Международного научно-технического форума ИнЭРТ-2014. Редакционная коллегия: Л.А. Минасян, А.А. Резванов, Л.Н. Казьмина, В.С. Макаренко . 2014. С. 23-36.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

14. Бородай В.А. Альтернатива долгосрочным прогнозам развития «когнитивно сложных систем» в российском обществе // Социально-экономические и технико-технологические проблемы развития сферы услуг. - Ростов-на-Дону: Институт сервиса и туризма Донского государственного технического университета; Ростов-на-Дону, 2013. С. 30-32.

15. Минасян Л.А., Бородай В.А. Социально-психологическая доминанта в управлении изменениями сервисной компании // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2017. № 6 (100). С. 12.

16. Бородай В.А. Проектирование и управление взаимоотношениями персонала и бизнеса работодателя // Подводя итоги года. Вопросы политологии, социологии, философии, истории, экономики. - Саратов: Академия бизнеса. 2016. С. 36-40.

17. Бородай В.А., Минасян Л.А. Дискурсивная миссия корпоративного стиля сервисной компании // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2017. № 3 (94). С. 132-135.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.056.5

Кононова Н.В., Андрусенко Ю.А., Самокаева Т.А., Кононов Н.Б. Защита данных в системах электронной коммерции

Data protection in e-commerce systems

Кононова Н.В.
кандидат физико-математических наук, доцент
ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет
Андрусенко Ю.А.
магистр
ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет
Самокаева Т.А.
магистр
ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет
Кононов Н.Б.
магистр
ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет
Kononova N.V.
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
FGAOU VO North Caucasian Federal University
Andrusenko Y.A.
master
FGAOU VO North Caucasian Federal University
Samokaeva T.A.
master
FGAOU VO North Caucasian Federal University
Kononov N.B.
master
FGAOU VO North Caucasian Federal University

Аннотация. *Для обеспечения практической неотслеживаемости клиентов, учитывая то, что банк выпускает большое количество банкнот одинакового достоинства, предложено реализовывать следующую схему электронных платежей.*

Ключевые слова: *схемы затемненной подписи Шаума, невозможность подделки цифровой подписи.*

Abstract. *In order to ensure the practical non-traceability of clients, given that the bank issues a large number of banknotes of equal value, it is proposed to implement the following scheme of electronic payments.*

Keywords: *schemes of darkened Shaum signature, impossibility of falsification of digital signature.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В реализации протокола электронного платежа всегда существуют три участника: покупатель, продавец и банк. У покупателя, желающего приобрести и оплатить товар или услугу, есть счета в банке и у продавца есть счета в банке.

В платежной системе используются три основные транзакции: снятие со счета, платеж, депозит.

Транзакция «снятие со счета» – это запрос покупателем определенной суммы у банка. Итогом является, полученная от банка, подписанная, электронная банкнота. Далее происходит списание данной суммы со счета покупателя. При осуществлении транзакции «платеж» банкнота покупателя передается продавцу с указанной суммой платежа. Затем продавец передает полученную информацию банку, который, в свою очередь, проверяет подлинность электронной банкноты. При подтверждении подлинности банкноты, банк проверяет, не была ли она потрачена ранее. Если нет, то банк заносит банкноту в специальный регистр, зачисляет требуемую сумму на счет продавца, уведомляя продавца об этом, и, если достоинство банкноты выше, чем сумма платежа происходит возврат покупателю «сдачи» (через продавца). Покупатель может положить «сдачу» на свой банковский счет с помощью транзакции депозита.

Основа безопасности банковской системы строится на невозможности подделать его цифровую подпись для генерации фальшивых банкнот, или, даже при наличии некоторого набора подлинных электронных купюр, создать подлинную подпись еще хотя бы для одной банкноты. Для неотслеживаемости покупателя необходимо, чтобы банк, получив банкноту в транзакции платежа, не мог установить, кому она была выдана. То же относится и к «сдаче». Удовлетворения данного требования возможно с помощью схемы затемненной подписи (blind signature): в операции «снятия со счета» банк подписывает не саму банкноту, а некоторое зашумленное значение, из которого покупатель

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

впоследствии может восстановить подписанную банкноту. Таким образом, неотслеживаемость гарантируется тем, что банк просто не знает, что именно он подписал.

Рассмотрим пример схемы затемненной подписи Шаума. Данные схемы достаточно просты и хорошо иллюстрируют ключевые идеи и методы банковских криптографических протоколов.

Первым этапом является генерация банком двух больших простых чисел p и q и публикация их произведения $N = pq$, при этом сохраняя множители в секрете. Данная операция является этапом инициализации в схеме электронной подписи RSA. Далее выбирается и публикуется определенная односторонняя функция отвечающая условию $f : Z_N \to Z_N$. Устанавливается соглашение, в соответствии с которым экспоненте, равной *i*-му нечетному простому числу, соответствует номинал в 2^{i-1}, например, для дальнейшего анализа введем обозначение валюты – рубли. То есть, пользователь, предъявляющий пару $(n, f(n)^{\frac{1}{3}} \bmod N)$, будет являться владельцем электронной банкноты достоинством в 1 рубль. Если в этой паре вместо корня кубического присутствует корень 7-ой степени, то банкнота имеет достоинство 4 рубля, а если 21-ой степени, то 5 рублей. Иными словами, для банкноты достоинством S рублей необходим корень степени, равной произведению всех простых, соответствующих единицам в двоичном представлении числа S.

Все банкноты, выдаваемые банком в первой схеме, имеют одинаковый наминал. Для дальнейшего изложения предполагаем, что он равен 15 рублям. Следовательно, на банкноте подпись банка, это корень *h*-ой степени, где $h = 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11$.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для данной схемы нужен еще дополнительный модуль RSA N_1, который будем использовать для работы так называемой «копилки». Генерация и публикация этого модуля происходит таким же образом, как и модуля N.

В транзакции «снятия со счета» пользователем выбирается случайное значение $n_1 \in Z_n$ и вычисляется функция $f(n_1)$. Далее необходимо заверить банкноту подписью банка, для этого вычислить функцию $f(n_1)^{\frac{1}{h}}$. Но перед тем как отправить значение $f(n_1)$ банку, для снятия со счета, покупатель должен идентифицировать себя. При этом если банку надо просто получить функцию $f(n_1)$, он в дальнейшем всегда будет узнавать данную банкноту и неотслеживаемость будет потеряна. Использование затемненной подписи решает данную проблему: покупатель выбирает случайное значение $r_1 \in Z_n, r_1 \neq 0$, вычисляя для него функцию $f(n_1)r_1^h \bmod N$, затем посылая это значение банку. Множитель r_1^h называют затемняющим множителем. Банком вычисляется значение $f(n_1)^{\frac{1}{h}} r_1 \bmod N$ и возвращается покупателю. Покупатель, легко «сняв» затемняющий множитель, получает подписанную банкноту $f(n_1)^{\frac{1}{h}} \bmod N$.

Теперь предположим, что покупателю необходимо заплатить 5 рублей. Для этого он вычисляет функцию $f(n_1)^{\frac{1}{3 \cdot 7}} \bmod N$, просто возводя полученную банкноту в степень, и создает «копилку», выбрав случайное значение *j* и вычислив $f(j)s_1^{5 \cdot 11} \bmod N_1$. Здесь затемняющий множитель – $s_1^{5 \cdot 11}$. Начало транзакции платежа происходит при пересылки значений n_1, $f(n_1)^{\frac{1}{3 \cdot 7}} \bmod N$, $f(j)s_1^{5 \cdot 11} \bmod N_1$, и суммы платежа (5 рублей) продавцу. В свою очередь, продавец передает банку всю эту информацию. Банк легко проверяет, что пара

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$(n_1,\ f(n_1)^{\frac{1}{3\cdot 7}})$ представляет собой подлинную банкноту достоинством 5 рублей. Происходит проверка, не была ли банкнота n_1 потрачена ранее по специальному регистру. Если нет, осуществляется запись в регистр вновь полученной банкноты, затем продавцу приходит уведомление о завершении транзакции платежа, а «сдача» 10 рублей для покупателя, возвращается через копилку: $f(j)^{\frac{1}{5\cdot 11}} \bmod N_1$

.

В этих транзакциях безопасность основывается криптостойкостью схемы электронной подписи RSA. При реализации платежа на максимальную сумму (15 рублей) схема обеспечивает безусловную (или теоретико-информационную) неотслеживаемость покупателя. Происходит это благодаря тому, что при выдаче затемненной подписи, банк не получает никакой информации о номере подписываемой банкноты.

Предположим, покупатель в банке получил другую банкноту n_2 и желает оплатить покупку суммой в 3 рубля. В транзакции платежа он может использовать копилку со «сдачей», оставшейся после первого платежа, и передать продавцу $n_2,\ f(n_2)^{\frac{1}{3\cdot 5}} \bmod N$, $f(j)^{\frac{1}{5\cdot 11}} s_2^{7\cdot 11} \bmod N_1$. Платеж выполняется таким же образом, как было описано выше, и в результате покупатель получит копилку $f(j)^{\frac{1}{5\cdot 11\cdot 7\cdot 11}} \bmod N_1$.

Транзакции «депозита» позволяет покупателю положить сумму из «копилки» на свой счет в банке. Для этого он передает банку значения $j,\ f(j)^{\frac{1}{5\cdot 11\cdot 7\cdot 11}} \bmod N_1$ и указывает сумму. Банк проверяет подлинность копилки так же, как банкноту, то есть просчитывает наличие всех корней с объявленными покупателем кратностями, а также проверяет, что копилка j не использовалась ранее в транзакциях депозита. При выполнении всех условий, банком

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

вычисляется сумма, находящаяся в копилке, и происходит зачисление на счет покупателя.

Основой для реализации второй схемы являются те же идеи, поэтому рассмотрим только ее отличия от предыдущей. Во-первых, используется только один модуль. Во-вторых, у банка есть возможность выдачи банкноты различного номинала. Пусть h соответствует максимальному достоинству банкноты и $g \mid h$. Тогда банк может выдать банкноту, достоинство которой соответствует числу g. Кроме того, предположим, что d соответствует сумме платежа, где $d \mid g$ и $c = \frac{g}{d}$ – «сдача».

Транзакция «снятия со счета» выполняется аналогично предыдущей схеме. В транзакции «платежа» покупатель передает продавцу, а тот направляет банку значения $n, f(n)^{\frac{1}{d}}, c, ms^c$. Банк возвращает покупателю через продавца значение $m^{\frac{1}{c}} \cdot s \cdot f(f(n)^{\frac{1}{c}})$. Число m выбирается как $f(n_1)$ для нового значения n_1, что позволяет в дальнейшем использовать «сдачу» в новом платеже без использования транзакций «промежуточного депозита» и «снятия со счета». То есть, «сдача» становится такой же электронной банкнотой, как и «сумма», «снятая со счета».

Множитель возвращаемый банком $f(f(n)^{\frac{1}{c}})$, нужен для вычисления покупателем значения $m^{\frac{1}{c}}$ только в том случае, когда он знает $f(n)^{\frac{1}{c}}$.

В данной схеме, с криптографической точки зрения, транзакция «депозита» не отличается от транзакции «платежа».

«Сдача», возвращенная в транзакции «платежа» и может быть разделена на несколько банкнот другим достоинством. Предположим, что в последнем платеже было $d = 5 \cdot 11, c = 3 \cdot 7$, а значение m сформировано как

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$m = f(n_1)^3 f(n_2)^7$. Тогда, после снятия затемняющих множителей со значения, возвращенного банком, будет получена величина $a = m^{\frac{1}{21}}$. После этого покупатель вычисляет значения $u = 3^{-1} \bmod 7$, $\upsilon = 3u\, div 7$, $f(n_1) = (a^3 f(n_2)^{-1})^u \cdot f(n_1)^{-\upsilon}$, $f(n_2) = a \cdot f(n_1)^{-\frac{1}{7}}$.

Результатом данной операции являются две банкноты достоинством в 1 и 4 рубля.

Учитывая то, что банк выпускает большое количество банкнот одинакового достоинства, реализованная схема позволяет обеспечить практическую неотслеживаемость клиентов. В литературе можно встретить и другие примеры реализации схем электронных платежей. Стоит отметить, что большинство таких схем используют затемненную подпись на основе RSA.

Анализируя реализацию общей схемы аутентификации необходимо уделить особое внимание процессу арбитража. Разработка процедуры разрешения споров имеет особое значение, при широком внедрении в повседневную жизнь общества систем электронных платежей. Одним из правил при создании банковских криптографических протоколов является отсутствие полного доверия ко всем участникам, а так же банку, именно поэтому для разрешения споров необходим третейский суд, то есть арбитраж. Решения, которыми руководствуется арбитр, должны быть просты и понятны для пользователя, чтобы их применение не вызывало в обществе негативной реакции, и охватывать большое количество возможных конфликтных ситуаций.

В электронных платежных системах основным видом спора является спор клиента с банком о состоянии счета. Здесь нужно установить истину, сопоставляя подписанные банком сообщения о зачислении на счет (предоставляются клиентом) и подписанные клиентом запросы на снятие со счета (предоставляются банком). Предположим, что банк предъявляет запрос на

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

снятие со счета, но клиент утверждает, что он этих денег не получал, и рассмотрим ее на примере первой схемы, описанной выше.

Сообщение, содержащее снимаемую сумму, номер счета и число $f(n)r^h$ будет являться запросом клиента. Завершается данное сообщение электронной подписью клиента. При отказе клиента признавать данный запрос, арбитраж должен будет выполнить процедуру установления подлинности подписи. Если клиент признает запрос, но утверждает, что денег он почему то не получил, арбитр не рассматривает ситуацию дальше, а, пользуясь свойством электронных денег, определяет банку выплатить клиенту банкноту на запрошенную сумму. Даже в случае нечестности клиента, он всего лишь еще раз может получить ту же электронную банкноту $f(n)^{\frac{1}{h}}$. Данный пример показывает, что электронные деньги обладают некоторыми необычными и неожиданными свойствами, которых нет у обычных бумажных денег.

Однако при любом разборе спора в арбитраже клиент теряет свою анонимность, что не представляет серьезной угрозы клиентам, но эта операция позволит установить «личность» покупателя.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 622.272

Сивцева А.И., Петрова Л.В., Алексеев А.М., Николаева А.А. Современное состояние разработки золоторудных месторождений подземным способом в условиях многолетней мерзлоты

The current state of underground mining of gold-ore deposits in permafrost

Сивцева Алена Ивановна
Аспирант горного института
Петрова Любовь Владимировна
Старший преподаватель кафедры горного дела
Алексеев Андрей Михайлович
Старший преподаватель кафедры горного дела
Николаева Александра Афанасьевна
Старший преподаватель кафедры горного дела
Научный руководитель
Петров А.Н., к.т.н, зав.кафедрой горного дела
Горный институт
Sivceva Alena Ivanovna
Postgraduate of Mining Institute
Petrova Ljubov' Vladimirovna
Senior lecturer at the department of mining
Alekseev Andrej Mihajlovich
Senior lecturer at the department of mining
Nikolaeva Aleksandra Afanas'evna
Senior lecturer at the department of mining
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
Scientific adviser: Petrov A., candidate of technical sciences, the head at the department of mining
Mining Institute
North-Eastern Federal University of M.K. Ammosov

Аннотация. *Рассмотрены золоторудные месторождения «Дуэт», «Бадран», золотосурьмяные месторождения «Сарылах», «Сентачан». Выполнено прогнозирование состояния разработки месторождений подземным способом в условиях многолетней мерзлоты. По результатам анализа разработки рудных месторождений выявлено, что в настоящее время отсутствуют высокопроизводительные технологические схемы, и обозначены позиции для дальнейшей проработки этих недостатков.*

Ключевые слова: *золоторудные месторождения, золотосурьмяные месторождения, подземная разработка в условиях многолетней мерзлоты, система разработки.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Abstract. *In this article the gold-ore deposits «Dujet», «Badran», «Sarylah» «Sentachan» are considered. The forecasting of underground mining is completed in permafrost conditions. The results of the analysis show that today there aren't currently high-technological schemes, and the positions are marked for the further study of these deficiencies.*

Keywords: *the gold-ore deposits, the gold- antimony deposits, the underground mining in permafrost condition, underground mining.*

На территории Республики Саха (Якутия) в настоящее время подземным способом разрабатываются золоторудные «Дуэт, «Бадран», а также золотосурьмяные «Сарылах», «Сентачан» месторождения.

Золотосурьмяные месторождения «Сарылах» и «Сентачан»: Адыча-Тарынская (Тарынская) золотосурьмяная зона (АТЗ) - один из старейших районов золотодобычи как из коренных, так и из россыпных месторождений, к ней относятся золотосурьмяные месторождения «Сарылах» и «Сентачан».

Угол падения рудного тела месторождения «Сарылах» составляет 60-80°, рудная жила в основном приурочена к висячему контакту зоны и имеет среднюю мощность около 1,4 м. Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодьяконова для вмещающих пород 9-12, для руды 7-9 . Средний объемный вес вмещающих пород 2,4 т/м^3.

Месторождение «Сарылах» вскрыто двумя вертикальными стволами по центрально-фланговой схеме до гор. +532 м. Запасы ниже вскрыты проведением слепого наклонного ствола до гор. +432 м. и лифтового восстающего.

На руднике применяется система с магазинированием руды со шпуровой отбойкой из очистного пространства. При обуривании забоев применяются ручные перфораторы ПП-63 (ПП-63П) и телескопные перфораторы ПТ-36. На выпуске и доставке руды, в зависимости от принятой схемы подготовки – полевой или рудной, применяются самоходные дизельные ПДМ ST-2D или скреперные установки.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Угол падения жилы Сентачанского месторождения колеблется от 50 до 60^0, составляя в среднем 55^0. Трещиноватость руд и вмещающих отложений характеризуется наличием на 1 $м^2$ от 5 до 40 трещин. Коэффициент крепости принят равным для руд 8-9, для вмещающих пород 7-8 (классификация ЕНВ, 1969 г.). Коэффициент разрыхления руд и вмещающих пород изменяется от 1,5 до 1,77 при средних показателях по руде - 1,62, по породе - 1,65.

Месторождение вскрыто двумя наклонными стволами пройденными под углами 30^0 (ствол №1) для скипового подъёма и 25^0 (ствол №2).

На руднике также применяется система с магазинированием руды со шпуровой отбойкой из очистного пространства.

На рудниках, в настоящее время, горные работы достигли подошвы многолетней мерзлоты. Температура пород составляет от -2^0С до $+2^0$С. Как следствие резко снизилась устойчивость вмещающих пород, представленных сопровождающими жилу зонами дробления и милонитизированными алевролитами и углистыми сланцами. Кроме снижения уровня безопасности горных работ, это вызывает, увеличение разубоживания рудной массы, что в свою очередь увеличивает затраты на транспорт и переработку руды и в конце концов увеличение объемов складируемых хвостов обогащения.

На рис. 1. приведена схема обрушения пород сопровождающей зоны дробления в очистном блоке на горизонте +422 м рудника Сентачан.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

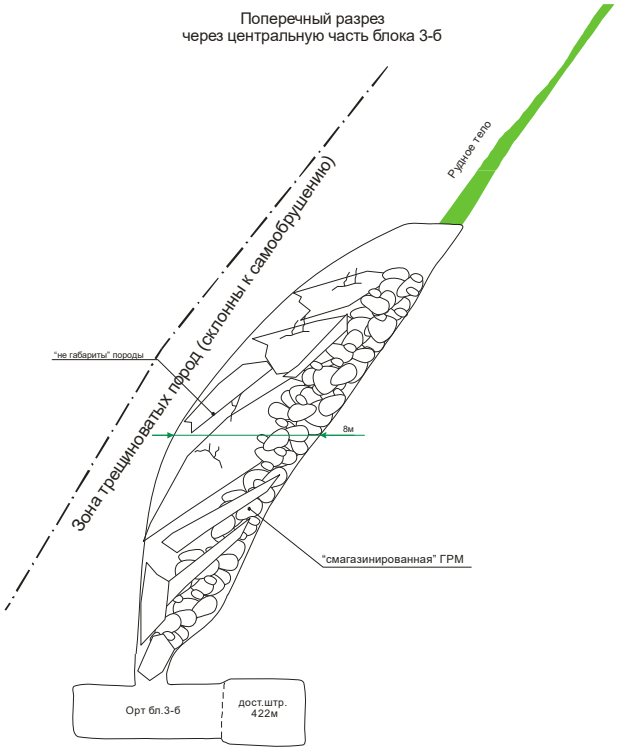


Рисунок 1. Обрушение висячего бока в блоке 3-6 рудника Сентачан

В связи с этим на месторождении Сентачан были проведены исследования по обоснованию параметров очистных камер. На основании выполненных исследований, при выемке запасов гор. +422 м при системе с магазинированием руды, рекомендовано принимать длину блока по простиранию 25-30 м. При выемке запасов гор.+372 м при длине блока не более 30 м рекомендуется применение системы разработки подэтажного магазинирования, с разбивкой блока по середине высоты на два подэтажа и нарезкой дополнительного днища с подэтажного штрека. Для исключения вывалообразования рекомендовано также, опробовать в данных условиях систему разработки с магазинированием и использованием отбитой руды в качестве временной закладки [5,6].

Золоторудное месторождение «Дуэт»: Представлено кварцевыми жилами мало-сульфидной формации, в основном, тонкими и малой мощности рудными

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

телами со сложной морфологией, резко меняющимися углами падения и крайне неравномерным распределением полезного ископаемого. [4].

Рудные тела, как правило, представлены согласными жилами, смятыми в складки, с амплитудой складок до 3-5 м, с резко меняющейся мощностью. Угол падения жил в пределах этажа изменяется от пологого до крутого. Частыми являются разрывные нарушения сплошности жилы, нередко встречаются апофизы и разветвления [7].

Месторождение рудного золота «Дуэт» вскрыто штольней № 1, наклонным стволом № 1 с углом наклона 9°40', скиповым и грузо-людским наклонными стволами №2 и №3 с углами наклона 18° и 19° соответственно.

Применяемая система разработки – с магазинированием руды блоками. Доставка руды и уборка породы при проходке осуществляются с применением скреперных установок ЛС-30 и ЛС-55. Горная масса доставляется до ближайших рудоспусков, из которых грузится в вагонетки ВО-1,3 и транспортируется к стволу.

Влияние всех особенностей морфологии жильных месторождений на процесс добычи руды неоднозначно. Так, мелкие складки, разветвления, апофизы и разрывные нарушения с амплитудой до 3 м, а также пережимы и раздувы отрабатываются без изменения системы разработки и схемы нарезки блока за счет увеличения или небольшого смещения выработанного пространства, со сглаживанием его контуров в ходе отбойки, обеспечивающим эффективную доставку отбитой горной массы [2].

Потери и разубоживание на очистных работах, расчетом нормативов в среднем по руднику установлены в пределах 12,51% 32,68%. При этом, при отработке участков мощностью 0,2-0,4 м разубоживание достигает 80%.

<u>Золоторудное месторождение «Бадран»:</u> Месторождение Бадран расположено на севере Бадранского рудного узла, который выделен в средней,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

по простиранию, части Селериканской золотоносной зоны, входящей в состав Яно-Индигирского золотоносного пояса. Месторождение Бадран представлено тремя группами сближенных промышленных рудных тел, залегающих внутри минерализованной зоны «Надвиговая»: рудные столбы I, II и III. Рудный столб III представляет собой кварцевые жилы, которые сопровождаются оруденелыми окварцованными милонитами и милонитизированными породами. Рудный столб II, напротив, сложен окварцованными тектонитами, которые вмещают разобщённые кварцевые тела. Участки между рудными столбами сложены безрудными тектонитами и убогими рудами – милонитами, милонитизированными и рассланцованными осадочными породами, несущими прожилковое окварцевание и, иногда, маломощные кварцевые жилы [1,2,3].

Месторождение вскрыто наклонными стволами с поверхности № 1, 2 и вспомогательным № 6 (III рудный столб) и слепыми наклонными стволами № 3, 4, 5 (I и II рудные столбы). Добыча руды ведется подземным способом с выдачей на поверхность по штольням № 252, № 400, стволу № 1.

Применяемые системы разработок на руднике Бадран:

- камерная система разработки с льдопородной закладкой камеры;

-сплошная система разработки с креплением и закладкой выработанного пространства;

- камерно-столбовая система разработки.

Бурение шпуров при проходке подготовительно-нарезных выработок по рудному телу и при отбойке руды в камерах производится согласно паспорта БВР переносными перфораторами ПП-63В, оборудованными глушителями шума и виброзащитным устройством.

Доставка отбитой горной массы при проходке выработок и при отбойке руды в камерах производится скреперными лебедками 30ЛС-2СМА, 55ЛС-

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

2СМА.

В настоящее время работы на 3-м рудном столбе рудника «Бадран» ведутся на горизонтах +700, +720,+580, +600 м. Отмечено ухудшение геомеханической обстановки в выработках горизонтов 600 м и ниже. Наблюдались вывалы и осыпания с боков и кровли выработок, частичное разрушение элементов крепи (рис. 2-4).

Сравнение результатов исследований с ранее полученными данными позволяют сделать вывод, что повышение температуры массива и увлажнение горных пород отрицательно сказываются как на прочностных свойствах милонитов, так и на устойчивость обнажений в выработках III рудного столба.

В зоне перехода в подмерзлотные зоны на границе нулевой изотермы ожидается значительное ухудшение горнотехнических условий.

Рисунок 2. Вывал в районе камеры 3778

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 3. Разрушение элементов крепления СВП-17 в районе штрека 372

Рисунок 4. Разрушение элементов крепления СВП-17 в районе уклона 236

Анализ состояния разработки рудных месторождений в Якутии и современного состояния технологии разработки тонких и маломощных жильных месторождений в нашей стране и за рубежом показал, что в настоящее время не существует достаточно простых, гибких и производительных технологических

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

схем, которые можно было бы эффективно применять при отработке жильных месторождений, особенно жил со сложной морфологией и условиями залегания.

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых оказывает существенно меньшее воздействие на окружающую среду по сравнению с открытым способом добычи. Основное воздействие на окружающую среду в процессе эксплуатации рудника для подземной добычи связано с загрязнением водного бассейна, атмосферного воздуха, нарушением земель в пределах земельного отвода.

На рудниках Бадран, Сарылах при достижении подошвы мерзлоты отмечается водоприток в горные выработки. Шахтные воды откачиваются на поверхность и отводятся на захоронение в изолированные водоемы. На остальных рудниках обводненность незначительная или практически отсутствует (Сентачан, Дуэт).

Для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при подземной разработке месторождения предусматривается бурение шпуров и скважин с пылеотсосом; максимальное использование для подземных работ оборудования с электрическим приводом; для дизельного оборудования предусмотрено обязательное применение нейтрализаторов выхлопных газов; установка местных отсосов – вытяжных устройств; очистка аспирационных газов в пылеуловителях; устройство общеобменной механической, приточно-вытяжной вентиляции в основных производственных помещениях; полив автомобильных дорог в летнее время года; периодическое регулирование двигателей внутреннего сгорания бульдозеров и автосамосвалов, работающих на поверхности.

При подземной разработке жильных месторождений проведение подготовительно-нарезных выработок осуществляется непосредственно по рудному телу, вследствие чего образуется небольшой объем пустых пород;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

основная масса попутно добытых пустых пород используется в качестве закладочного материала, на планировке площадок и дорог, поэтому дополнительных мероприятий по использованию пустых пород не предусматривается.

Библиографический список

1. Необутов Г.П., Петров А.Н. Промышленная эксплуатация рудного столба месторождения «Бадран» // Физико-технические проблемы освоения и развития Южно-Якутского региона: сб. науч. тр. – Нерюнгри: Изд-во Якутского гос. университета, 1998. – С. 81-87.

2. Пермин В. Е., Петров А.Н. Опыт отработки малообъемного золоторудного месторождения сложного строения // Физико-технические проблемы освоения месторождений Севера: сб. науч. тр. – Якутск: Изд-во Якутского гос. университета, 1980. – С. 21-20.

3. Петров А. Н. Выбор схемы вскрытия и отработки малообъемного золоторудного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Региональное приложение «Якутия». – М.: Изд-во Московского государственного горного университета. - 2005. - № 1. – С. 229-238.

4. Петров А. Н. Выбор технологии и обоснование параметров подземной разработки небольших по запасам рудных месторождений Севера // Горный информационно-аналитический бюллетень, т. 10 – 2000. - С. 172-173.

5. Петров А. Н., Никифоров Л.А. Определение рациональных параметров систем разработки золотосурьмяного месторождения Сентачан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 11. – С. 198-200.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

6. Петров А. Н., Никифоров Л.А. Опыт подземной разработки золотосурьмяного месторождения Сентачан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 10. – С. 185-191.

7. Петров А. Н. Особенности и перспективы подземной разработки малообъемных месторождений Якутии // Вестник Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, т. 4 – 2007. – № 3. – С. 14-19.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

СЕКЦИЯ 11. ТЕХНОЛОГИИ И СОЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

УДК 004

Гриценко Ю. С., Дунаева А. А., Суюндукова А.А. Методы обеспечения безопасного доступа к LUN в системах хранения данных

Methods for providing secure access to LUNs in storage systems

Гриценко Юлия Сергеевна
студент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Дунаева Анастасия Алексеевна
студент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Суюндукова Алина Аликовна
студент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Научный руководитель
Сагдеев А.К., к.т.н., старший преподаватель цикла многоканальных телекоммуникационных систем, средств и комплексов, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Gritsenko Julia Sergeevna
student, St. Petersburg State University of Telecommunications. prof. M.A. Bonch-Bruevich
Dunaeva Anastasia Alexeevna
student, St. Petersburg State University of Telecommunications. prof. M.A. Bonch-Bruevich
Suyundukova Alina Alikovna
student, St. Petersburg State University of Telecommunications. prof. M.A. Bonch-Bruevich
Sagdeev A.K, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer of the cycle of multichannel telecommunication systems, means and complexes, St. Petersburg State University of Telecommunications named after. prof. M.A. Bonch-Bruevich

Аннотация. *SAN предлагает IT-отделам возможность подключения нескольких серверов в сети и предоставления совместного доступа к ресурсу хранения, подключенному к этой сети. LUN должны быть защищены от несанкционированного доступа или доступа к неограниченному хосту. Существует четыре подхода к обеспечению безопасности LUN: программное обеспечение хоста, утилиты адаптера хост-шины, зонирование зон или отображение в контроллере хранения.*

Ключевые слова: *SAN, LUN, SCSI, зонирование, ПО.*

Abstract. *SAN offers IT departments the ability to connect multiple servers to a network and share access to a storage resource that is connected to that network. LUNs must be protected from unauthorized access or access to an unlimited host. There are four approaches to ensuring LUN security: host software, host bus adapter utilities, zone zoning, or display in the storage controller.*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Keywords: *SAN, LUN, SCSI, zoning, software.*

Технология сети хранения данных (SAN) предлагает IT-отделам возможность подключения нескольких серверов в сети и предоставления совместного доступа к любому ресурсу хранения, подключенному к этой сети. SAN сокращают затраты за счет объединения ресурсов хранения, они также предоставляют данные на общем хранилище для доступа неавторизованных пользователей и перезаписываются несколькими узлами. Эти данные, которые адресованы логической единицей (LUN), должны быть защищены от несанкционированного доступа или доступа к неограниченному хосту. В настоящее время существует четыре подхода к обеспечению безопасности LUN: программное обеспечение хоста, утилиты адаптера хост-шины, зонирование зон или отображение в контроллере хранения.

Интерфейс малых компьютерных систем (SCSI) является основным протоколом для передачи данных между процессором хоста и устройствами хранения в операционных системах UNIX и Windows NT системы. SCSI основан на парадигме ведущего/подчиненного. Соединение между сервером и хранилищем открытых систем (UNIX или Windows NT) осуществляется через адаптер главной шины (HBA). HBA подключается к слоту на внутренней шине сервера и подключает кабель SCSI к запоминающему устройству или подсистеме. Известный как инициатор, HBA начинает передачу данных на целевое устройство и обратно. Хотя протокол SCSI поддерживает комбинацию инициаторов и целей на общей шине, ранее конфигурации были ограничены одним инициатором, поскольку большинство операционных систем не могут управлять общими устройствами. Первоначально HBA назывались контроллерами и взаимодействовали напрямую с дисками, которые первоначально служили целями. Когда на подсистеме хранилища на основе контроллера приходили на сцену, требовался другой уровень идентификации для

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

адреса порта контроллера в подсистеме хранения, а также дисков, находящихся за контроллером. При новой маркировке инициатор увидит порт памяти, который был подключен к шине SCSI в качестве цели, и цель будет идентифицировать диски, стоящие за ней, как LUN. Сегодня блоки хранения адресуются на основе немного другой комбинации контроллера, цели и LUN. «Контроллер» теперь относится к идентификации адаптера главной шины на системной шине, а не к внешнему блоку управления хранилищем. Спецификации SCSI-2 поддерживают восемь LUN на цель. Новые спецификации SCSI-3 определяют кодированный 64-битный идентификатор, который позволяет использовать еще много LUN. Однако поставщик определяет максимальное количество LUN, доступных на любом устройстве.

Когда инициализируются шинные системы SCSI, драйвер SCSI в адаптере хост-шины будет «ходить» по шине, чтобы узнать, какие цели она занимает. Он просит каждую цель сообщать о LUN, к которым он подключается. Каждый инициатор, который имеет одну и ту же шину, будет видеть те же цели и LUN. Недостаток заключается в том, что поскольку на уровне LUN нет возможности резервирования, то несколько инициаторов могут перезаписывать данные друг друга. Это создает так называемую проблему безопасности LUN.

В UNIX LUN на шине SCSI могут быть разделены между системами. Системы UNIX будут видеть все LUN на шине, но позволят оператору монтировать или выбирать только LUN, на которые оператор имеет разрешение на использование. Система Windows NT предполагает, что ей принадлежат все LUN, которые она обнаруживает, и записывает подпись на каждом LUN во время процесса обнаружения. Эта подпись используется, чтобы гарантировать, что каждый обнаруженный LUN уникальный и не дублируется.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Проблема безопасности LUN становится намного больше в среде SAN. SAN позволяет многим другим адаптерам хост-шины SCSI подключаться к подсистемам хранения по сети (а не к шине) и получать доступ ко многим другим LUN. Цикл SAN Fibre Channel (FC-AL) может адресовать до 126 узлов, в то время как волоконная ткань может получить доступ к 16 миллионам узлов. Узел может быть инициатором SCSI или LUN с любым подключением к любому узлу в цикле или структуре. Для реализации полной возможности сети хранения данных необходимо решение для защиты LUN.

Ряд поставщиков программного обеспечения, таких как Data Direct, Mercury Computer Systems, CrosStor, Retrieve и другие, предоставляют промежуточное программное обеспечение, которое может помочь обеспечить безопасность LUN. Это программное обеспечение перехватывает запросы ввода-вывода и направляет их по локальной сети на файловый сервер, чтобы получить доступ к пулу хранилища, который управляется файловым сервером. Файловый сервер управляет файлами и предоставляет доступ к запрашивающей системе. Data Direct использует проприетарную файловую систему, в то время как другие используют более стандартные файловые системы, такие как NFS, NTFS или CIFS. Преимущество хост-программного обеспечения заключается в том, что он может обеспечивать централизованно управление безопасностью и блокировкой за пределами LUN до уровня блока. Этот уровень безопасности потребуется для будущего совместного использования данных. Реализация этого уровня в аппаратных средствах хранения невозможна до тех пор, пока уровень файла не станет доступным только для информации уровня блока за пределами хоста.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

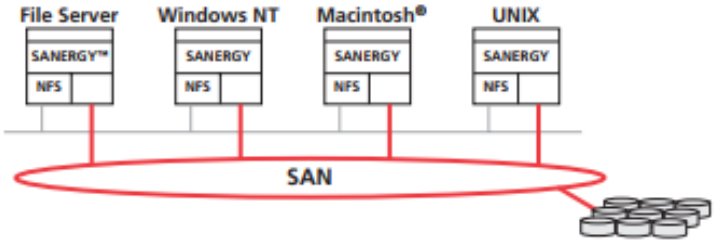


Рисунок 1: Программный подход к безопасности LUN. Файловый сервер контролирует метаданные файловой системы, а также распределения, авторизации, проверки подлинности и блокировки. Метаданные передаются по локальной сети со стандартной NFS. Клиентский агент перехватывает чтение/запись NFS и инициирует блок ввода-вывода в стандартную файловую систему NFS.

Если сеть Fiber Channel основана на коммутаторе типа ANCOR, Brocade или Vixel, зонирование переключателей может использоваться для обеспечения маскировки до уровня порта для всех узлов, которые известны коммутатору. Все LUN, подключенные к порту, могут маскироваться с хостов, которые не имеют доступа к этому порту с помощью зонирования коммутатора. Переключение зонирования не может маскировать отдельные LUN, которые расположены за портом. Все хосты, подключенные к одному порту, будут видеть все LUN, адресованные через этот порт. (Рис. 2, Пример выбора зонирования). Переключатели Fabric требуют, чтобы любой узел, который подключается к коммутатору, должен войти в коммутатор и зарегистрировать свой WWN в функции Simple Name Server (SNS) коммутатора. Внутренний 24-битный адрес присваивается каждому WWN в SNS. SNS может быть зонирован WWN, который имеет преимущество гибкости или аппаратным портом. Конфигурация, основанная на WWN, может быть динамически изменена для обслуживания. Недостатком зонирования WWN является то, что его можно подделать, если кто-

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

то знает WWN. Зонирование по аппаратным портам менее гибкое, но имеет такое преимущество, как безопасность. В Hitachi Freedom Storage 7700E порт может быть зонирован утилитой коммутатора, а утилита диспетчера LUN в удаленной консоли 7700E может использоваться для назначения LUN для этого порта. Будущие реализации зонирования WWN проведут проверку источника WWN, чтобы устранить спуфинг с помощью несанкционированных WWN. Переключение зонирования легко реализуется через пользовательские интерфейсы управления, такие как Ethernet. Недостаток заключается в том, что он поддерживает только тех инициаторов, которые подключаются к коммутатору. Он не обеспечивает безопасность за пределами уровня порта подсистемы хранения и не может маскировать LUN от инициаторов, которые обращаются к одному и тому же порту хранения.

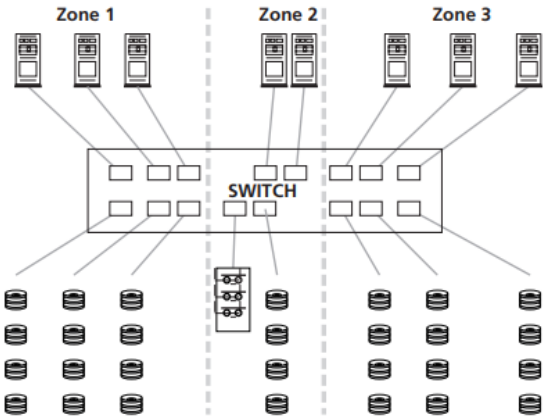


Рисунок 2: Пример выбора зонирования.

Некоторые подсистемы хранения, такие как Freedom Storage 7700E, имеют возможность выполнять маскирование LUN в своих контроллерах хранения. Через удаленную консоль, подключенную к нескольким подсистемам хранения 7700E в частной локальной сети, WWN всех адаптеров главной шины с FC может быть сопоставлен с LUN, содержащимися в 7700E. Это позволяет

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

нескольким адаптерам главной шины получать доступ к различным LUN через один и тот же порт хранения, независимо от любой промежуточной инфраструктуры SAN, например, концентраторов или коммутаторов. Утилиту безопасности LUN на удаленной консоли можно использовать для добавления или удаления LUN из маски для каждого WWN адаптера главной шины. После того, как это сопоставление будет установлено, инициаторы будут видеть только LUN, на которые у них есть разрешение на просмотр во время IOSCAN загрузки. Удаленная консоль может быть подключена к другой локальной сети, которая позволит запустить утилиту маскирования LUN с центральной консоли управления с помощью таких инструментов, как Remotely Possible или Symantec pcanywhere. Преимущество маскирования LUN в контроллере хранения заключается в том, что он позволяет многим другим хостам, таким как Windows NT, присоединяться к данному 7700E через общий порт Fiber Channel и по-прежнему поддерживать безопасность LUN. Он может работать в режиме «точка-точка» или через концентраторы, а также переключатели в режиме петли или ткани. Поскольку он основан на WWN адаптера главной шины, он не зависит от физического контура или адреса коммутатора. Эта маскировка LUN реализована или проверена во время IOSCAN загрузки, а не с каждым вводом-выводом, чтобы поддерживать высокую производительность 7700E. Тем не менее, пользователь с правильной авторизацией систем может изменять конфигурации после IOSCAN и обходить маску. Он должен быть переназначен, если адаптер главной шины не работает и нуждается в замене. Простота доступа к WWN адаптера главной шины зависит от операционной системы и драйвера. Hitachi Data Systems намерена интегрировать утилиту 7700E LUN Security Utility с программами управления SAN, такими как SANITI Computer Associates, которые могут обнаруживать и отображать все компоненты SAN.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В итоге, существуют четыре способа, с помощью которых сегодня обеспечивают безопасность LUN. В смешанной среде с множеством разных устройств хранения может возникнуть необходимость в реализации некоторых или всех этих методов. Со стороны авторизации и аутентификации нет защиты. Методы маскирования LUN работают корректно в хорошо организованной среде, но их можно легко обойти. Пользователь должен знать о недостатках каждой реализации и принимать дополнительные меры для обеспечения безопасности. Такие меры могут включать в себя процесс авторизации для доступа к этим функциям и реализацию нескольких методов маскирования для обеспечения перекрестной проверки между HBA и подсистемой хранения. В настоящее время координация и управление этими различными методами не интегрированы. Предоставляемые утилиты конфигурации, могут быть запущены с обычного рабочего стола, пользователю необходимо сопоставить конфигурации LUN и сервера в электронной таблице, чтобы координировать сопоставление через эти различные реализации.

Библиографический список

1. Cometto M., Edsall T. J. Methods and apparatus for characterizing a route in fibre channel fabric : пат. 7206288 США. – 2007.

2. Ашихмин И. Применение технологий сетевого хранения данных для цифровых систем видеонаблюдения //Алгоритм безопасности. – 2007. – №. 6. – С. 76-78.

3. Schmidt F. The SCSI bus and IDE interface: protocols, applications and programming. – Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1997.

4. Омар А. Х. А. М., Татарникова Т. М. Оценка вероятностно-временных характеристик сетей хранения данных SAN //Программные продукты и системы. – 2009. – №. 4.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.73

Коптев Д.С., Шевцов А.Н. Этапы проектирование структурированной кабельной системы здания муниципального учреждения

Stages of designing a structured cabling system of a municipal building

Шевцов А. Н., Коптев Д. С.
Юго – Западный государственный университет
Shevtsov A.N., Koptev D.S.
Southwestern State University

Аннотация. *Использование СКС дает возможность менять конфигурацию и производить наращивание комплекса информационно-вычислительных систем здания без изменения существующей проводки, одновременно использовать различные сетевые протоколы и сетевые архитектуры в одной системе, комбинировать оптические и электрические тракты передачи сигналов.*

Ключевые слова*: Структурированная кабельная система, локальная вычислительная сеть, операционная система.*

Abstract*. The use of SCS makes it possible to change the configuration and build up the complex of computer information systems of the building without changing existing wiring, simultaneously use different network protocols and network architectures in one system, combine optical and electrical signal transmission paths.*

Keywords*: Structured cabling system, local computer network, operating system.*

Структурированная кабельная система (Structured Cabling System, SCS) — это набор коммутационных элементов (кабелей, разъемов, коннекторов, кроссовых панелей и шкафов), а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связей в вычислительных, сетях.

При построении СКС каждое рабочее место на предприятии оснащается розетками для подключения компьютера, а также, как правило, телефона. Хорошая СКС строится избыточной, то есть розетки размещаются во всех рабочих помещениях, даже если в них пока нет компьютеров.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Правила построения СКС приведены в стандартах ISO/IEC IS 11801 Information Technology – Generic cabling for customer premises cabling (международный), CENELEC EN50173 Performance Requirements of Generic Cabling Schemes (европейский), EIA/TIA-568A Commercial Building Telecommunications Wiring Standard и ANSI/EIA/TIA 569 – “Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces».

Структурированная кабельная система это система, с помощью которой проектировщик сети строит нужную ему конфигурацию из стандартных кабелей, соединенных стандартными разъемами и коммутируемых на стандартных кроссовых панелях. При необходимости конфигурацию связей можно легко изменить — добавить компьютер, сегмент, коммутатор, изъять ненужное оборудование, а также поменять соединения между компьютерами и концентраторами.

Структурированная кабельная система планируется и строится иерархически, с главной магистралью и многочисленными ответвлениями от нее. Все соединения кабелей выполняются в распределительных пунктах (РП) (коммутационных центрах, пунктах коммутации). В РП кабели магистральной и горизонтальной подсистем монтируются в кроссовых панелях, разъемы которой соединяются с активным сетевым оборудованием или друг с другом короткими соединительными кабелями.

Типичная иерархическая структура структурированной кабельной системы (рисунок 1) включает:

- горизонтальные кабельные подсистемы (в пределах этажа);
- вертикальные кабельные подсистемы (внутри здания);
- магистральную кабельную подсистему кампуса (в пределах одной территории с несколькими зданиями);
- кабельную подсистему рабочих мест.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

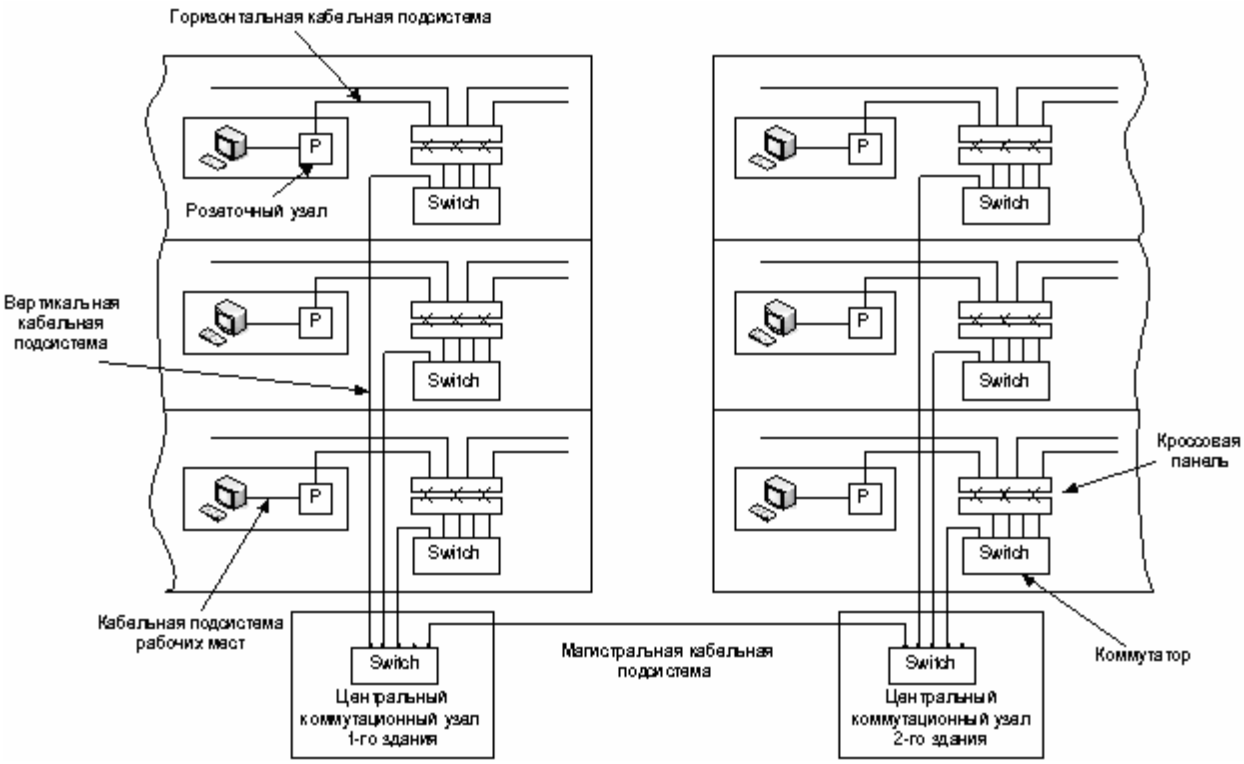


Рисунок 1. Схема структурированной кабельной системы

Правила построения системы

Кабели и коммутационное оборудование различных категорий могут сосуществовать в пределах подсистемы и/или кабельной линии, но передающие рабочие характеристики линии будут определяться категорией наименее производительного звена. Кабели с различными номинальными характеристиками сопротивления, а также оптические волокна с различными диаметрами ядра не разрешается соединять в пределах одной кабельной линии. Многократное появление одного и того же проводника или проводников, проходящих за точку терминирования (шунтированные отводы), не может являться частью кабельной системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Горизонтальная подсистема

Горизонтальная кабельная система представляет собой кабельную разводку, которая идет от настенной розетки до места подключения в коммутационном шкафу. Этот участок включает следующие элементы:

- Адаптер (если необходимо) для преобразования интерфейса оборудования в модульный интерфейс;
- Линейные корды от компьютера к пользовательскому интерфейсу;
- Пользовательский интерфейс к кабельной сети;
- Кабели от пользовательского интерфейса к коммутационному шкафу;
- Неэкранированная витая пара (UTP);
- Патч-кабели и кроссовый соединительный провод, используемый в коммутационном шкафу.

Максимальная длина горизонтального кабеля должна составлять 90 м, независимо от типа среды. Это длина кабеля от точки его механического терминирования в FD до ТО на рабочем месте. При определении максимальной длины любого горизонтального сегмента общая механическая длина кабелей на рабочем месте, пэтч-кордов или кроссировочных перемычек, а также кабелей активного оборудования в ТС должна составлять не более 10 м.

Вертикальная подсистема соединяет кроссовые шкафы каждого этажа с центральной аппаратной здания.

Подсистема кампуса соединяет несколько зданий с главной аппаратной всего кампуса. Эта часть кабельной системы обычно называется магистралью (backbone).

Коммутационный узел содержит необходимое оборудование для перехода между горизонтальными и вертикальными участками кабельной сети и/или подсоединения к какому-либо активному оборудованию (главной компьютерной системе, сетевой аппаратуре и т.д.). Другие названия

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

коммутационного узла включают коммутационный шкаф, телекоммуникационный шкаф, аппаратный шкаф, а также шкаф для магистральной кабельной сети.

Коммутационный узел может быть:

- центральным - центр структурированной кабельной системы одного здания;

- этажным - точка перехода между вертикальной и горизонтальной кабельной системой.

Преимущества использования структурированной кабельной системы:

- Системонезависимость;

- Легкость перемещения персонала и оборудования без изменения проводки;

- Удобство роста и изменения структуры системы;

- Реконфигурируемость;

- Модульный дизайн, который обеспечивает гибкость системы;

- Упрощается управление и обслуживание кабельного хозяйства;

- Легкость обнаружения и локализации неисправностей;

- Поддержка широкого круга задач;

Снижение эксплуатационных расходов - Уменьшение стоимости добавления новых пользователей и изменения их мест размещения (стоимость кабельной системы значительна и определяется в основном не стоимостью кабеля, а стоимостью работ по его прокладке, поэтому более выгодно провести однократную работу по прокладке кабеля, возможно, с большим запасом по длине, чем несколько раз выполнять прокладку, наращивая длину кабеля);

- Увеличение срока службы - срок морального старения хорошо структурированной кабельной системы может составлять 10-15 лет;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- Надежность - структурированная кабельная система имеет повышенную надежность, поскольку производитель такой системы гарантирует не только качество ее отдельных компонентов, но и их совместимость.

Надежность - структурированная кабельная система имеет повышенную надежность, поскольку производитель такой системы гарантирует не только качество ее отдельных компонентов, но и их совместимость.

Общие принципы построения СКС предусматривают:

- Универсальность СКС - совместимость с оборудованием любых производителей;

- Избыточность - обеспечение таких параметров передачи сигналов и данных, которые позволят перейти к использованию новых технологий или увеличить число пользователей СКС с минимальными изменениями в кабельной проводке;

- Модульность - возможность развития и изменения систем (модификаций) с минимальными материальными, трудовыми и финансовыми затратами.

Основанием для выполнения проектирования СКС является: постановление Администрации Курской области от 08.10.2013 № 699-па «Об утверждении государственной программы Курской области «Развитие здравоохранения в Курской области» (вместе с «Перечнем утративших силу постановлений Правительства Курской области», «Перечнем утративших силу постановлений Администрации Курской области») соглашение о предоставлении субсидий в целях софинансирования расходных обязательств по созданию (модернизации) локальных вычислительных сетей (включая приобретение серверного оборудования спредварительно установленным программным обеспечением, активного и пассивного сетевого оборудования, монтаж и пуско-

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

наладку), подключению в широкополосным каналам связи для обеспечения персонифицированного учета оказания медицинских услуг, возможности ведения электронной медицинской карты в рамках реализации областной целевой программы «Модернизация здравоохранения в Курской области на 2011-2012 годы ».

СКС предназначена для объединения компьютерных ресурсов ЛПУ (серверы, рабочие станции, периферийное оборудование, медицинское оборудование) с целью организации информационного взаимодействия пользователей информационной системы, организации их доступа к базам данных, к региональной Телемедицинской сети и Интернет.

«Методические рекомендации по составу и техническим требованиям к сетевому телекоммуникационному оборудованию учреждений системы здравоохранения для регионального уровня Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения, а также функциональные требования к ним, обязательные для создания в 2011-2012 годах в рамках реализации региональных программ модернизации здравоохранения», опубликованные на официальном Интернет-сайте Минздравсоцразвития России 31 августа 2011.

Нормативные документы, в соответствии с которыми выполняется проктирование:

- Градостроительный Кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ;
- ГОСТ 21.101-97 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации»;
- ГОСТ Р 53246-2008 «Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования»

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– ГОСТ Р 53245-2008 «Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Монтаж основных узлов системы. Методы испытания» Международный стандарт ISO/IEC 11801:2002. «Телекоммуникационные кабельные системам в коммерческих зданиях»;

– инструкция СН 512-78 «Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин», в редакции 2001г.

– ПУЭ «Правила устройства электроустановок», издание 7 с изменениями и дополнениями;

– ГОСТ Р 50571.22-2000. «Электроустановки зданий. Заземление оборудования обработки информации».

– СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» и другие действующие нормативные документы.

СКС устанавливается в 3-этажном здании муниципального учреждения здравоохранения, отдельные этажи которого имеют индивидуальную планировку. Высота этажа в свету между перекрытиями составляет 3,7 метра, общая толщина междуэтажных перекрытий равна 30 см.

Структурированная кабельная система должна быть смонтирована на основе компонентов сертифицированной фирмы-производителя в соответствии с требованиями стандартов ISO/ IEC 11801:2002 (Информационные технологии. Структурированная кабельная система для помещений заказчиков) и EN 50173:2002 (Информационные технологии. Структурированные кабельные системы). СКС должна соответствовать категории 6, все комплектующие (кабели, розетки, коммутационные панели, соединительные корды) должны соответствовать категории 6. Коммутационное оборудование монтируется в устанавливаемом 19” телекоммуникационном шкафу.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Создаваемая СКС должна:

– быть универсальной средой для передачи: данных, голоса, видео и др. информации;

– обладать совместимостью с современными технологиями передачи данных со скоростями передачи данных до 1000 Мб/с;

– использовать стандартные компоненты и материалы;

– обеспечивать высокую надежность в работе.

Структурированная кабельная система должна состоять из следующих подсистем:

а) подсистема рабочего места. На каждое рабочее место устанавливаются две информационные розетки RJ-45 и три силовые розетки различного назначения. Все информационные розетки устанавливаются на рабочих местах в подрозетники, рассчитанные на два телекоммуникационных разъема RJ-45, подрозетники устанавливаются в рамки, которые интегрируются в декоративный пластиковый кабельный канал.

б) горизонтальная подсистема. Прокладка кабеля должна проводиться с учетом следующих требований:

– исключается проводка кабелей в местах с химически активными или вредными средами, а также повышенной температурой и влажностью;

– исключается проводка медных кабелей в непосредственной близости от источников сильных электрических, магнитных, электромагнитных и СВЧ полей;

– при прокладке медного кабеля должны быть выдержаны необходимые расстояния от трасс прокладки силовых кабелей.

– по коридорам кабеля прокладываются в пучках за

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

фальшпотолком, по лоткам, а по комнатам в декоративный пластиковый кабельный канал. Кабельный канал прокладывается на расстоянии 80см. от поверхности пола.

в) административная подсистема. Включает в себя коммутационное оборудование технических комнат здания для коммутации сигналов, передаваемых по кабелю. В аппаратной разместить в закрытых 19-и дюймовых шкафах активное оборудование ЛВС, сетевой и телефонный кросс, серверное оборудование.

На каждом этаже здания согласно плану имеется от 13 до 15 рабочих помещений, предназначенных для размещения пользователей. Данные по площади этих помещений сведены в таблицу 1. В соответствии со СНиП 2.09.04-87, для здания муниципального учреждения здравоохранения назначения предполагаем одно рабочее место на каждые 12 м^2 рабочей площади. Каждое рабочее место в соответствии с техническим заданием оснащается двумя информационными розетками и двумя силовыми розетками для подключения оргтехники. Таким образом, на каждом этаже необходимо установить ≈ 20 блоков розеток, а всего в здании ≈ 65 блоков розеток.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 1

Помещения для установки ИР проектируемой СКС

Первый этаж			Второй этаж			Третий этаж		
Номер помещения	Площадь, м^2	Кол-во ИР	Номер помещения	Площадь, м^2	Кол-во ИР	Номер помещения	Площадь, м^2	Кол-во ИР
101	14,66	1	201	27,36	2	301	26,45	2
102	29,71	2	202	16,51	1	302	17,42	1
103	12,89	1	203	13,13	1	303	13,13	1
104	2,92	0	204	2,92	0	304	2,92	0
105	3,77	0	205	3,93	0	305	3,77	0
106	14,93	1	206	44,09	3	306	29,37	2
107	27,89	2	207	13,92	1	307	13,44	1
108	12,82	1	208	13,82	1	308	14,52	1
109	13,16	1	209	27,31	2	309	12,48	1
110	28,84	2	210	30,56	2	310	28,06	2
111	16,91	1	211	20,05	1	311	17,52	1
112	33,67	2	212	19,03	1	312	33,07	2
113	13,89	1	213	30,17	2	313	35,8	2
114	37,27	3	214	21,99	1	314	15,02	1
115	33,83	2	215	32,1	2	315	34,52	2
116	18,85	1	216	3,95	0	316	17,82	1
117	3,98	0	21 7	3,55	0			
118	3,55	0	218	3,55	0			
119	3,55	0						

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Проектирование аппаратной

Аппаратная представляет собой техническое помещение, несущее основную нагрузку по обеспечению взаимодействия не только всех кабельных линий, но и работоспособности всей информационно-вычислительной системы предприятия.

С системной точки зрения аппаратные относятся к тем ключевым объектам информационной инфраструктуры предприятия, которые ввиду специфики находящегося в них оборудования требуют повышенного внимания как со стороны проектировщиков на всех этапах проведения проектных работ, так и сотрудников служб эксплуатации на протяжении всего периода эксплуатации. Так, в частности, во исполнение принципа достижения максимальной эксплуатационной устойчивости аппаратная оборудуется средствами противопожарной охраны, кондиционирования и контроля доступа.

При выборе места расположения аппаратной нужно руководствоваться следующими принципами:

- аппаратная должна быть совмещена или по крайней мере максимально приближена к КЗ для минимизации длины соединяющих их кабелей;
- помещение аппаратной не должно быть проходным, так как это усложняет систему контроля доступа;
- желательно, чтобы помещение аппаратной не имело окон и даже не примыкало вплотную к внешним стенам здания;
- крайне нежелательно размещать аппаратную рядом с внутренними конструкциями здания, ограничивающими ее возможное расширение в перспективе: лифтовыми шахтами, лестничными маршами, вентиляционными камерами и т.д.;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– запрещается располагать аппаратную рядом с помещениями для хранения огнеопасных или агрессивных химических материалов;

– следует избегать близкого размещения мощных источников электрических или магнитных полей, а также оборудования, которое может вызвать повышенную вибрацию;

– недалеко от аппаратной должны находиться грузовые лифты.

Размеры аппаратной при проектировании зданий муниципального учреждения здравоохранения следует исходить из расчета 0,7% от всей рабочей площади, но не менее 14 м^2.

Общая рабочая площадь 974 м^2, площадь аппаратной должна быть не менее 6,8 м^2

Исходя из вышеизложенных требований, оптимальным вариантом является размещение аппаратной в цокольном этаже здания в помещении 007. Данное помещение имеет площадь 14,32 м^2 и есть потенциал для увеличения площади за счет помещения 008.

Проектирование кроссовых

Кроссовые подразделяются на кроссовые внешних магистралей (КВМ), здания (КЗ) и этажа (КЭ). В проекте КВМ и КЗ совмещены друг с другом, а также аппаратной, поэтому ниже рассматривается только КЭ.

КЭ представляет собой служебное помещение, в которое вводятся кабели подсистемы внутренних магистралей СКС и кабели горизонтальной подсистемы. В этом помещении монтируется коммутационное, сетевое и другое вспомогательное оборудование. В кроссовых нельзя размещать оборудование,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

не имеющее непосредственного отношения к тем функциям, для выполнения которых организуется кроссовая, например силовые распределительные щиты электропитания этажа.

При выборе места расположения КЭ следует руководствоваться следующими принципами:

- КЗ можно совместить с одной из КЭ на том же самом этаже;
- КЭ должна быть на каждом этаже здания
- КЭ должна быть максимально приближена к вертикальным стоякам, по которым прокладываются кабели подсистемы внутренних магистралей СКС: идеально, если стояк проходит непосредственно через нее;

В тех случаях, когда рабочая площадь этажа превышает 1000 м^2 или если дополнительные кроссовые необходимы для обеспечения предельной длины кабелей горизонтальной подсистемы в 90 м, на каждом этаже допускается организация более одной КЭ;

Для минимизации длины кабелей и, соответственно, стоимости горизонтальной подсистемы следует располагать КЭ как можно ближе к геометрическому центру обслуживаемой рабочей зоны;

Для облегчения режима контроля доступа выделенная для кроссовой комната не должна иметь окон, быть проходной или совмещаться с другими производственными помещениями;

Следует избегать близкого размещения мощных источников электрических и/или магнитных полей, а также оборудования, которое может вызвать повышенную вибрацию в кроссовой.

К коммутационному оборудованию в КЭ подключаются рабочие места, которые расположены на том же самом этаже. Площадь рабочих помещений,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обслуживаемых КЭ, согласно стандартам ISO/IEC 11801 и EN 50173, не должна превышать 1000 м^2, то есть одна кроссовая обслуживает максимум 100–250 рабочих мест. Площадь самой КЭ зависит от состава размещаемого в ней оборудования, однако она не должна быть менее 6 м^2. Для расчета площади требуемой кроссовой воспользуемся таблицей 2.

На каждом этаже проектируемого здания располагается менее 500 рабочих мест, следовательно, подойдет любое помещение не менее 3,0×2,2м. С учетом рекомендаций по выбору помещения длякроссовой оптимальным вариантом являются помещения 108, 207 и 308. Через эти помещения проходит стояк с кабелями внутренних магистралей и площади данные помещений вдвое превышают нормативную. Кроме того, наличие резервов по площади и установка ИР позволяет в перспективе разместить в этих помещениях дополнительное сетевое оборудование коллективного пользования в случае существенной модернизации сети предприятия.

Таблица 2

Рекомендованные размеры КЭ в зависимости от обслуживаемой рабочей площади

Обслуживаемая рабочая площадь	Габаритные размеры КЭ, м
≤ 1000	3,0×3,4
≤ 800	3,0×2,8
≤ 500	3,0×2,2

УПАТС, серверы и центральное оборудование ЛВС будут размещены в помещении аппаратной, то есть СКС строится по двухуровневой схеме с использованием принципа многоточечного администрирования.

В данном проекте предполагается размещения сетевого оборудования и коммутационных панелей в 19-дюймовом конструктиве, поэтому крайне

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

желательно размещать отдельные 19-дюймовые шкафы и стойки таким образом, чтобы обеспечить доступ к их передней и задней частям.

Для уменьшения расхода декоративного короба и соответственно минимизации стоимости проекта и некоторого снижения продолжительности его реализации применяется горизонтальная прокладка короба в помещениях для размещения пользователей на высоте расположения розеток и одним вертикальным спуском из-за фальшпотолка для прокладки кабелей.

Под рукавами на каждом этаже предусматриваются крепления вертикальных участков магистральных кабелей, расположенных на расстоянии не более 1 м друг от друга.

Коммутационные панели различного назначения, смонтированные в каждой кроссовой этажа, выполняют поддержку функционирования активного сетевого оборудования, подключаемого к ИР. В данной разновидности технического помещения используем установку оборудования в закрытом монтажном конструктиве типа шкафов со стеклянными передними дверями. Определение конкретных габаритов монтажного конструктива выполняется далее.

Исходя, из вышеизложенных требований можно сформировать структурную схему СКС.

На рисунке 1 изображена структурная схема проектируемой сети. На рисунке изображены какие категории кабелей и в каком количестве они будут смонтированы в здании, а так же количество портов и аппаратных.

На данном этапе работы сформированы первоначальные представления о будущей структурированной кабельной системе. Сделан расчет количества технических помещений. Выбран способ монтажа горизонтальных кабелей и вертикальных магистралей. Составлена структурная схема СКС

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

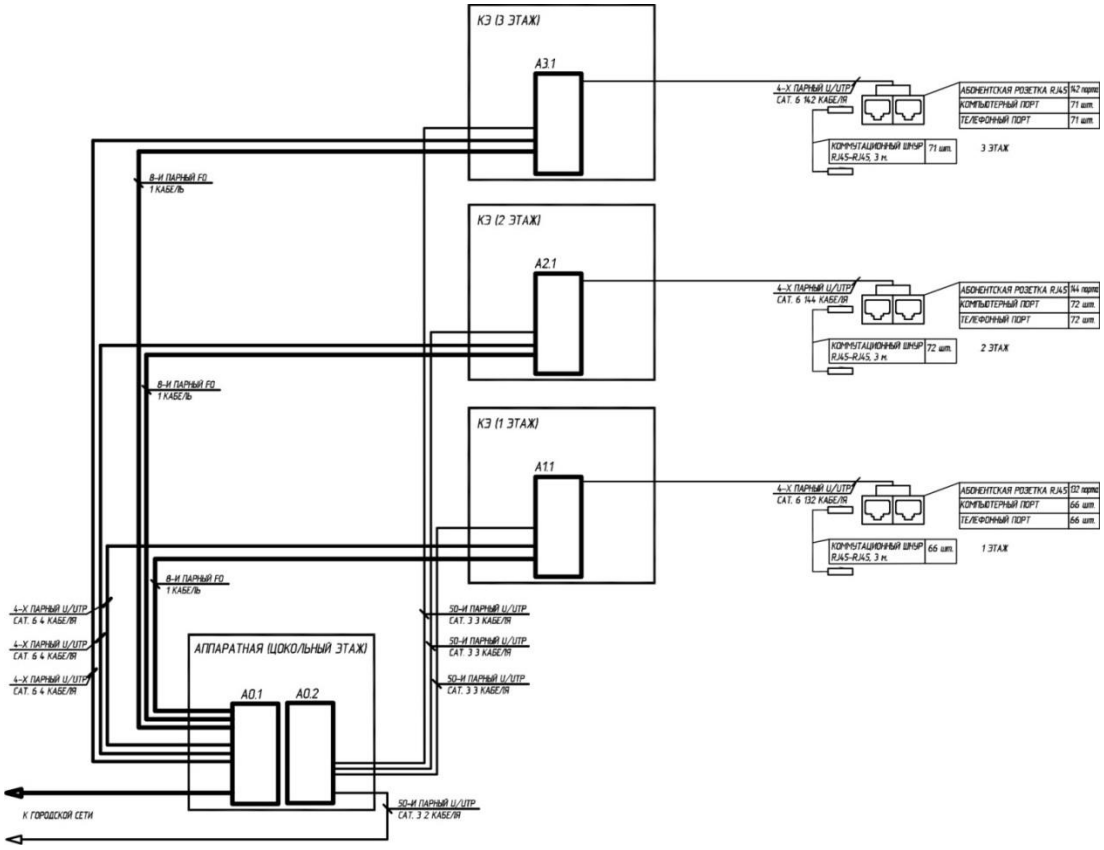


Рисунок 1. Схема структурная СКС

Проектирование подсистемы рабочего места

Состав розеток на каждом рабочем месте определен заказчиком в технических требованиях и приводится в исходных данных, согласно которым предусматривается по одной ИР с двумя розеточными модулями, образующими абонентские порты СКС, и по три силовые розетки различного назначения. Силовые и информационные розетки монтируются в форме единого по конструкции блока, на стене рядом с коробом на высоте около 80 см.

Тип розеточных модулей определяется с учетом требований по пропускной способности, конфигурации рабочего места и выбранного способа крепления. В данном конкретном случае для построения информационных розеток применим одиночные модули категории 6 серии Mosaic артикул 786 60,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

попарно устанавливаемые на свое посадочное место в рамки Mosaic (артикул 316 11 + 317 07). Применение двух розеточных модулей категории 6 определяется соображениями универсальности и полностью соответствует требованиям стандарта ISO/IEC 11801 в редакции 2002 года.

В соответствии с исходными данными заказчик не установил каких-либо специальных требований по количеству поставляемых оконечных шнуров для подключения рабочих станций ЛВС в помещениях пользователей и не предоставил информацию о типе и количестве активных сетевых устройств ЛВС, используемых в информационно-вычислительной системе. Поэтому для конкретизации этого параметра используем статистический подход, то есть введем в спецификацию поставляемого оборудования 70% шнуров от общего количества ИР плюс 10% - в составе ЗИП, то есть всего 56 шнуров длинной 3 м, для подключения ПЭВМ на этаж.

Для получения параметров трактов горизонтальной подсистемы, обеспечивающих возможность передачи сигналов Gigabit Ethernet, шнуры имеют характеристики категории 6.

Оконечные шнуры для подключения телефонных аппаратов, выпускаемых известными производителями этого вида оборудования, обычно вводятся в комплект их поставки и на основании этого в итоговую спецификацию не включаются.

Выбор типа кабеля для горизонтальных подсистем

Большинство проектировщиков начинает разработку структурированной кабельной системы с горизонтальных подсистем, так как именно к ним подключаются конечные пользователи. При этом они могут выбирать между экранированной витой парой, неэкранированной витой парой,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

коаксиальным кабелем и волоконно-оптическим кабелем. Возможно использование и беспроводных линий связи.

Горизонтальная подсистема характеризуется очень большим количеством ответвлений кабеля, так как его нужно провести к каждой пользовательской розетке, причем и в тех комнатах, где пока компьютеры в сеть не объединяются. Поэтому к кабелю, используемому в горизонтальной проводке, предъявляются повышенные требования к удобству выполнения ответвлений, а также удобству его прокладки в помещениях. На этаже обычно устанавливается кроссовая панель, которая позволяет с помощью коротких отрезков кабеля, оснащенного разъемами, провести перекоммутацию соединений между пользовательским оборудованием и концентраторами/коммутаторами. При выборе кабеля принимаются во внимание следующие характеристики:

- полоса пропускания,
- расстояние,
- физическая защищенность,
- электромагнитная помехозащищенность,
- стоимость.

Кроме того, при выборе кабеля нужно учитывать, какая кабельная система уже установлена на предприятии, а также какие тенденции и перспективы существуют на рынке в данный момент.

1. Экранированная витая пара STP позволяет передавать данные на большее расстояние и поддерживать больше узлов, чем неэкранированная. Наличие экрана делает ее более дорогой и не дает возможности передавать голос. Основным стандартом, определяющим параметры кабелей данного типа, является стандарт фирмы IBM, в котором кабели разделены на девять типов. Экранированные кабели Type 1 стандарта IBM имеют волновое сопротивление

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

150 ОМ, поэтому для работы с ними нужно соответствующее оборудование. Экранированная витая пара используется в основном в сетях, базирующихся на продуктах IBM и Token Ring, и редко подходит к остальному оборудованию локальных сетей.

2. Неэкранированная витая пара UTP по характеристикам полосы пропускания и поддерживаемым расстояниям также подходит для создания горизонтальных подсистем. Но так как она может передавать данные и голос, она используется чаще.

3. Коаксиальный кабель все еще остается одним из возможных вариантов кабеля для горизонтальных подсистем. Особенно в случаях, когда высокий уровень электромагнитных помех не позволяет использовать витую пару или же небольшие размеры сети не создают больших проблем с эксплуатацией кабельной системы.

4. Толстый Ethernet обладает по сравнению с тонким большей полосой пропускания, он более стоек к повреждениям и передает данные на большие расстояния, однако к нему сложнее подсоединиться и он менее гибок. С толстым Ethernet сложнее работать, и он мало подходит для горизонтальных подсистем. Однако его можно использовать в вертикальной подсистеме в качестве магистрали, если оптоволоконный кабель по каким-то причинам не подходит.

5. Тонкий Ethernet – это кабель, который должен был решить проблемы, связанные с применением толстого Ethernet. До появления стандарта 10Base-T тонкий Ethernet был основным кабелем для горизонтальных подсистем. Тонкий Ethernet проще монтировать, чем толстый. Сети на тонком Ethernet можно быстро собрать, так как компьютеры соединяются друг с другом непосредственно. Главный недостаток тонкого Ethernet – сложность его обслуживания. Каждый конец кабеля должен завершаться терминатором 50 Ом. При отсутствии терминатора или утере им своих рабочих свойств (например, из-

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

за отсутствия контакта) перестает работать весь сегмент сети, подключенный к этому кабелю. Аналогичные последствия имеет плохое соединение любой рабочей станции (осуществляемое через Т-коннектор). Неисправности в сетях на тонком Ethernet сложно локализовать. Часто приходится отсоединять Т-коннектор от сетевого адаптера, тестировать кабельный сегмент и затем последовательно повторять эту процедуру для всех присоединенных узлов. Поэтому стоимость эксплуатации сети на тонком Ethernet обычно значительно превосходит стоимость эксплуатации аналогичной сети на витой паре, хотя капитальные затраты на кабельную систему для тонкого обычно ниже.

6. Основные области применения оптоволоконного кабеля – вертикальная подсистема и подсистемы кампусов. Однако, если нужна высокая степень защищенности данных, высокая пропускная способность или устойчивость к электромагнитным помехам, волоконно-оптический кабель может использоваться и в горизонтальных подсистемах. С волоконно-оптическим кабелем работают протоколы AppleTalk, Token Ring, а также новые протоколы 100 VG-AnyLAN, Fast Ethernet, ATM.

Преобладающим кабелем для горизонтальной подсистемы является неэкранированная витая пара категории 5. Ее позиции еще более укрепятся с принятием спецификации 802.3 ab для применения на этом виде кабеля технологии Gigabit Ethernet.

Проектирование горизонтальной подсистемы

В рассматриваемом здании отсутствуют большие залы и компактные обособленные группы пользователей. На основании этого в нем не будет

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

применяться прокладка кабелей под ковром, и нецелесообразна реализация отдельных участков и некоторых трактов горизонтальной подсистемы на основе многопарного кабеля. В свою очередь это означает, что в СКС не требуются точки перехода и консолидационные точки.

Таким образом, процесс проектирования горизонтальной подсистемы в данном случае сведется к расчету объема горизонтального кабеля и определению его конструктивного исполнения.

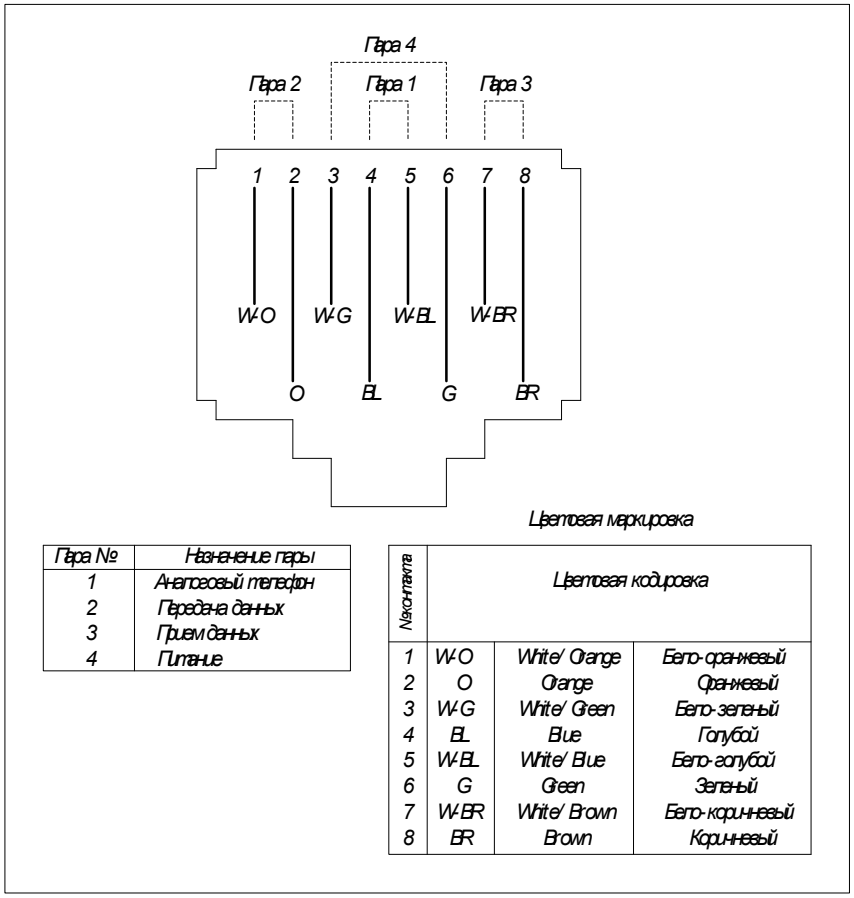


Рисунок 2. Схема разводки розеток

Тип розеточных модулей определяется с учетом требований по пропускной способности, конфигурации рабочего места и выбранного способа крепления. В данном конкретном случае для построения информационных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

розеток применим одиночные модули категории 6 серии Mosaic артикул 786 60, попарно устанавливаемые на свое посадочное место в рамки Mosaic. Применение двух розеточных модулей категории 6 определяется соображениями универсальности и полностью соответствует требованиям стандарта ISO/IEC 11801 в редакции 2002 года. Все розеточные модули устанавливаются вдоль кабельного канала

При выборе элементов для горизонтальных кабельных систем, главный критерий – расстояние. При расстояниях более 90 метров нужно использовать оптоволоконный кабель, а не медную витую пару. Другой критерий – нужная скорость передачи. Чтобы сделать окончательный выбор и определить, например, категорию, тип кабеля или волокна, нужно учесть следующие факторы:

- расширяемость;
- устойчивая работа под действием помех;
- задачи, для которых компания проектирует сети;

В предположении, что возможность выбора в данном случае существует, стоит повторить основные аргументы в пользу того или иного типа кабеля (см. таблица 3).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 3

Аргументы при выборе типа кабеля

Тип кабеля	Аргументы при выборе	
	за	против
неэкранированная витая пара UTP (категория 5 или выше)	доступность по цене; доступность инструментов для установки разъемов (RJ45); удобство прокладки кабеля (гибкий); относительная простота ремонта при повреждении; поддержка перспективных высокоскоростных сетей (Fast и GigabitEthernet)	относительно низкая устойчивость к электромагнитным помехам; сравнительно малые допустимые расстояния кабельных соединений, особенно для высокоскоростных сетей; невозможность использования во внешних участках соединений (между зданиями).
экранированная витая пара STP (оплеточный экран)	повышенная устойчивость к электромагнитным помехам.	несколько более высокая цена по сравнению с кабелем типа UTP.
экранированная витая пара FTP (экран из фольги)	подобно предыдущему типу кабеля	
многомодовый оптоволоконный кабель	практическая нечувствительность к внешним электромагнитным помехам и отсутствие собственного излучения; поддержка перспективных высокоскоростных сетей, в том числе на расстояниях, недоступных при использовании витой пары.	относительно высокая цена кабеля и сетевого оборудования; сложность установки (требуется специальный инструмент и высокая квалификация персонала); низкая ремонтопригодность; чувствительность к воздействиям факторов окружающей среды (могут вызвать помутнение оптоволокна).
Одномодовый оптоволоконный кабель	улучшенные технические характеристики по сравнению с многомодовым кабелем (возможность увеличения скорости передачи или длины соединений).	более высокая цена; сложная установка и ремонт.
беспроводные соединения (радио и инфракрасные каналы)	устранение необходимости организации кабельной системы; мобильность рабочих станций (простота их перемещения внутри зданий или вблизи от центрального компьютера с излучающей антенной); возможность организации глобальных сетей (с использованием радиоканалов	относительно дорогое оборудование; сильная зависимость надежности соединения от наличия препятствий (для радиоволн) и пыли в помещении (для инфракрасных каналов); довольно низкая скорость передачи (максимум до нескольких Мбит/с) и невозможность ее существенного

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

	и спутниковой связи).	увеличения.

Требуемая скорость передачи информации 1Гбит/с. Данную скорость могут обеспечить как 6 категория, так и кабели категории 5е. Для категории 5е скорость 1Гбит/сявляется предельной, и дальнейшее расширение невозможно.

Поэтому следуя принципу избыточности, будет применен кабель 6 категории. Будем использовать кабель Legrand U/UTP 6 категории, его характеристики приведены в таблице 4

Таблица 4

Характеристики кабеля Legrand Кат. 6 U/UTP 100 Ом (4 пары)

Проводники	Медь, диаметр 0,535 мм (24 AWG)
Изоляция проводников	Полиэтилен по NFC 32060 -диаметр 0,96 мм
Механические характеристики	
Прочность на разрыв (Н)	90
Диаметр кабеля (мм)	6,4
Мин. радиус изгиба (мм)	55
Масса (кг/км)	50
Огнестойкость	IEC 332-1 NFC 32070 2.1 5 (категория С2)
Электрические характеристики	
Линейное сопротивление (не более)	98,6 Ом/км
Электрическая прочность пост.ток	1 кВ
Сопротивление изоляции (не менее)	5000 МОм/км
Скорость распространения (не менее)	66%
Согласованное сопротивление (Zc)	от 100 Ом до 250 МГц
Параметры при 250 МГц	
Макс. потери (дБ/100 м)	33
Мин. NEXT (дБ)	38,3
Мин.ACR(дБ)	5,3
PS Next (дБ)	36,3
ELFEXT(дБ/100 м)	18,8
PSELFEXT(дБ/100 м)	16,8
Возвратные потери (дБ)	17,3

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Расчет длины горизонтального кабеля будем производить методом суммирования. Метод суммирования заключается в подсчете длины трассы каждого горизонтального кабеля с последующим сложением этих длин. К полученному результату добавляется технологический запас величиной до 10%, а также запас для выполнения разделки в розетках и на кроссовых панелях 0,3м и 5м соответственно.

В результате для реализации горизонтальной подсистемы потребуется 11 670 м кабеля Legrand Кат. 6 U/UTP 100 Ом (4 пары).

Прокладка кабелей горизонтальной подсистемы на всем протяжении любой трассы, то есть в коридорах, технических и рабочих помещениях здания осуществляется в закрытых каналах, изготовленных из несгораемых материалов. Это позволяет применить более дешевое конструктивное исполнение этих изделий с оболочкой из поливинилхлорида.

Подсистемы внутренних магистралей

Кабели подсистемы внутренних магистралей связывают между собой коммутационное оборудование, установленное в помещениях кроссовых и аппаратной. Согласно исходным данным по этим кабелям передаются в основном информационные потоки, создаваемые сетевой аппаратурой ЛВС, и телефонные сигналы учрежденческой АТС. В проектируемой системе принят принцип использования 2-портовых информационных розеток на рабочих местах. На этажах отсутствуют выносы и концентраторы УПАТС. На основании данных двух факторов следует ожидать передачи по магистральным кабелям сигналов значительного числа телефонных разговоров. С учетом принятого принципа многоточечного администрирования принимается следующая

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

идеология построения подсистемы внутренних магистралей:

– часть подсистемы внутренних магистралей, предназначенная для обслуживания работы телефонной сети, строится на многопарном кабеле из витых пар категории 3;

– для организации части подсистемы внутренних магистралей, обслуживающей работу ЛВС, используется волоконно-оптический кабель;

– для увеличения эксплуатационной гибкости и живучести создаваемой системы применяется дублирование каждой пары волокон 4-парным кабелем из витых пар категории 6.

Рассчитаем требуемую суммарную емкость кабелей в парах/волокнах. Проектируемая кабельная система имеет высокую степень интеграции. При этом подсистема внутренней магистрали строится из расчета обеспечения функционирования ИР с двумя розеточными модулями на каждое рабочее место. Исходя из выбранной конфигурации принимаем, что на каждое рабочее место во внутренней магистрали здания следует предусмотреть 2 пары категории 3, 0,2 пары категории 6 и 0,1 волокно и соответственно на каждый этаж приведены в таблице 5.

Таблица 5

Емкость и количество магистральных кабелей

Номер этажа	Кол-во рабочих мест	Кол-во кабеля 3 кат., пары	Кол-во кабеля 6 кат., пары	Кол-во оптических волокон
1	21	42	4,2	2,1
2	20	40	4	2
3	20	40	4,2	2,1

Данная информация позволяет определить емкость магистральных кабелей и при необходимости конкретизировать их конструкцию. Серийно

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

выпускаются кабели из витых пар категории 3 емкостью 25, 50 и 100 пар. Поэтому при реализации магистральных трактов для передачи сигналов УПАТС целесообразно использовать три 50-парных кабеля.

Определим емкость и количество оптических кабелей внутренней магистрали. Расчетом установлено, что для организации магистральных трактов ЛВС на участке «КЭ - аппаратная» требуется в общем случае 6,6-7,2 волокон. В данном проекте применим один 8-волоконный кабель. В качестве основы магистрали для передачи сигналов ЛВС следует использовать многомодовый волоконно-оптический кабель внутренней прокладки с волокнами традиционной конструкции типа 50/125 тип ОМ2, которые обеспечивают несколько меньшие потери ввода и не столь требовательны к качеству монтажа вилок оптических разъемов. В таблице 6 приведены рекомендуемые типы кабеля для построения магистральных подсистем СКС.

Таблица 6

Рекомендуемые типы кабеля для построения магистральных подсистем СКС

<table>
<tr><th>Длина тракта магистральной подсистемы, м</th><th>Приложения с субгигабитными и гигабитными скоростями</th><th>Высокоскоростные приложения</th></tr>
<tr><td>0-90 (междуэтажная проводка)</td><td>Горизонтальный кобель категории не ниже 5е или многомодовый оптический кабель с волокнами традиционной конструкции</td><td>Многопарный электрический кобель категории 5</td></tr>
<tr><td>0-300</td><td colspan="2">Многомодовый оптический кабель с волокнами традиционной конструкции</td></tr>
<tr><td>300-500</td><td>Многомодовый оптический кабель с широкополосными световодоми</td><td rowspan="2">Многомодовый оптический кобель с волокнами традиционной конструкции</td></tr>
<tr><td>500-1500</td><td>Одномодовый волоконно-оптический кобель</td></tr>
<tr><td>1500-3000</td><td colspan="2">Одномодовый волоконно-оптический кобель</td></tr>
</table>

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Все необходимые данные для расчета длины различных разновидностей магистрального кабеля с его разбивкой по отдельным сегментам представлены в таблице 2.7 и таблице 7. Длины отдельных магистральных кабелей с указанием их идентификаторов, полученные в результате расчета, приведены в таблице 2.9. Общий расход кабеля находится суммированием соответствующих значений в колонке 8 этой таблицы.

Таблица 7

К расчету длины магистральных кабелей

Участок кабельной трассы	Оптический кабель	Многопарный кабель категории 3	4-парный кабель категории 6
Подъем в монтажном шкафу и запасы на разделку	2х5м	4м	2х3м
Участок от монтажного шкафа до канала стояка	1 м	1 м	1 м
Участок в канале стояка	По 4 м на этаж	По 4 м на этаж	По 4 м на этаж
Подключение к настенному кроссу	-	5	-
Коэффициент увеличения длины магистральных кобелей	1,057	1,02	1,02

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 8

Кабели подсистемы внутренних магистралей

№ п/п	Идентификатор	Начало	Конец	Тип кабеля	Кол-во пар/ волокон	Кол-во кабелей	Длино кабеля, м	Назначение
1	КМ011	007	228	Кат. 6	4	4	11	ЛВС (резерв)
2	КМ012	007	228	Кат. 3	50	3	14	Телефония
3	КМ013	007	228	Опт. 50/125	8	1	15	ЛВС
4	КМ021	007	328	Кат. 6	4	4	15	ЛВС (резерв)
5	КМ022	007	328	Кат. 3	50	3	18	Телефония
6	КМ023	007	328	Опт. 50/125	8	1	19	ЛВС
7	КМ031	007	428	Кат. 6	4	4	19	ЛВС (резерв)
8	КМ032	007	428	Кат. 3	50	3	22	Телефония
9	КМ033	007	428	Опт. 50/125	8	1	23	ЛВС

Суммируя полученные значения, получаем требуемое количество кабеля для реализации подсистемы внутренней магистрали проектируемой кабельной проводки:

- 305м 4-парного кабеля категории 6 - для реализации резервных трактов оборудования ЛВС (по расчету необходимо 180 м, однако в спецификации из-за особенностей заводской поставки общая длина указывается с кратностью до целой стандартной упаковки по 305 м);
- 162м 50-парного кабеля категории 3 - для передачи телефонных сигналов;
- 57м 12-волоконного оптического кабеля.

В здании имеется только один стояк. Поэтому мероприятия по

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

резервированию трактов передачи информации сводятся к прокладке 4-парных кабелей категории 6, резервирующих оптические кабели подсистемы внутренних магистралей.

По нормам противопожарной безопасности все кабельные изделия должны соответствовать классу не ниже Riser. Выполнение последнего требования обеспечивает прокладку кабелей в каналах стояков без применения средств дополнительной защиты.

Кабельный ввод в здании расположен в цокольном этаже на пересечении осей 1 и В. В помещении 001 цокольного этажа установлен настенный кросс 110 типа емкостью 100 пар для подключения к городской АТС. В этом же помещении установлена коммутационная коробка с разделанным оптическим кабелем.

В данном проекте в качестве качеств кабеля внешних магистралей будем использовать 2 50-парных кабеля категории 3 для телефонии и одномодовый 8-и волоконный оптический кабель для информационно-вычислительной сети.

Проектом предусмотрено обеспечение здания локальной вычислительной и телефонной сетями. Каждое рабочее место врача оснащено двухпортовой телекоммуникационной розеткой. Средой передачи данных является кабель типа «неэкранированная витая пара» UTP категории 6. СКС построена по топологии «иерархическая звезда» с центром в помещении аппаратной (цокольный этаж), и по принципу многоточечного администрирования, что гарантирует наибольшую гибкость управления и возможность адаптации СКС для поддержки новых приложений. В проекте предоставлены необходимые расчеты и чертежи, требуемые для построения СКС.

Достигнутый технический уровень элементной базы и обеспечиваемое

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обученными специалистами качество проектирования и монтажа позволяет производителю гарантировать безотказную работу смонтированной кабельной системы на протяжении 15–20 лет и более. В свою очередь, это означает, что правильно установленная СКС работает на протяжении всего времени между двумя капитальными ремонтами здания муниципального здравоохранения.

Библиографический список

1. Самарский, П.А. Основы структурированных кабельных систем [Текст] // – «ДМК пресс», Компания Ай-Ти, 2005.
2. Семенов, А. Б. Структурированные кабельные системы [Текст] // – Стрижаков С. К., Сунчелей И. Р., М.: Компания Ай-Ти; ДМК-пресс, 2004.
3. Проектирование компьютерных сетей. Структурированная кабельная система: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 071900 „Информационные системы и технологии“».[Текст] // - Самара: СамИИТ, 2002. - 39 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.73

Коптев Д.С., Шевцов А.Н., Щитов А.Н. Анализ технологии передачи данных по электросетям при организации сети доступа в интернет

Analysis of the technology of data transmission by electricity networks in the organization of the Internet access network

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С.
Юго-Западный государственный университет
Shevtsov A.N., Shchitov A.N., Koptev D.S.
Southwestern State University

Аннотация. *В статье авторы рассматривают вопросы технологии передачи данных по электросетям при организации сети доступа в интернет.*
Ключевые слова: *передача данных, интернет.*
Abstract. *In the article the authors consider the issues of the technology of data transmission by electric networks in the organization of the Internet access network.*
Keywords: *data transmission, Internet.*

Чтобы предоставить доступ в интернет широким слоям населения, необходимо связать зону присутствия провайдера с домами или офисами, большинство из которых не имеют канала для высокоскоростного доступа. Причем для того, чтобы проложить такой кабель, каждому клиенту придется выложить немалую сумму. И если корпоративные пользователи могут позволить себе подключение по дорогостоящей технологии, то для домашних пользователей, которых значительно больше, это абсолютно неприемлемо. Таким образом, возникает потребность предоставить пользователям соответствующую технологию, которая бы имела хорошие показатели качества и надежности, при этом была экономически выгодной.

Многие технологии основываются на том, что используют уже имеющуюся инфраструктуру – телефонные линии, сети кабельного телевидения и т. п., для осуществления доступа в интернет. Однако очевидно, что с точки зрения распространенности и доступности готовой инфраструктуры с силовой сетью не может сравниться никакая другая. Силовые розетки есть в каждом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

доме. Тем самым можно построить информационную сеть в любом месте, возникает лишь вопрос, какими потенциальными возможностями будет обладать технология. А затем на основе имеющихся параметров, решать для каких целей использовать данную технологию.

Кратко рассмотрим, как развивалась технология передачи данных по электросети. Первые сети передачи данных по электросети использовали силовую сеть напряжением 220/380 В и были необходимы для организации сетей интернет и телефонии. Электрические сети подразделяются на три класса: высоковольтные (100 кВ и более), линии среднего напряжения (от 4 до 50 кВ) и низковольтные (до 0,4 кВ). Структура сетей энергоснабжения и области применения технологии передачи данных по электросетям приведены на рисунке 1.1.

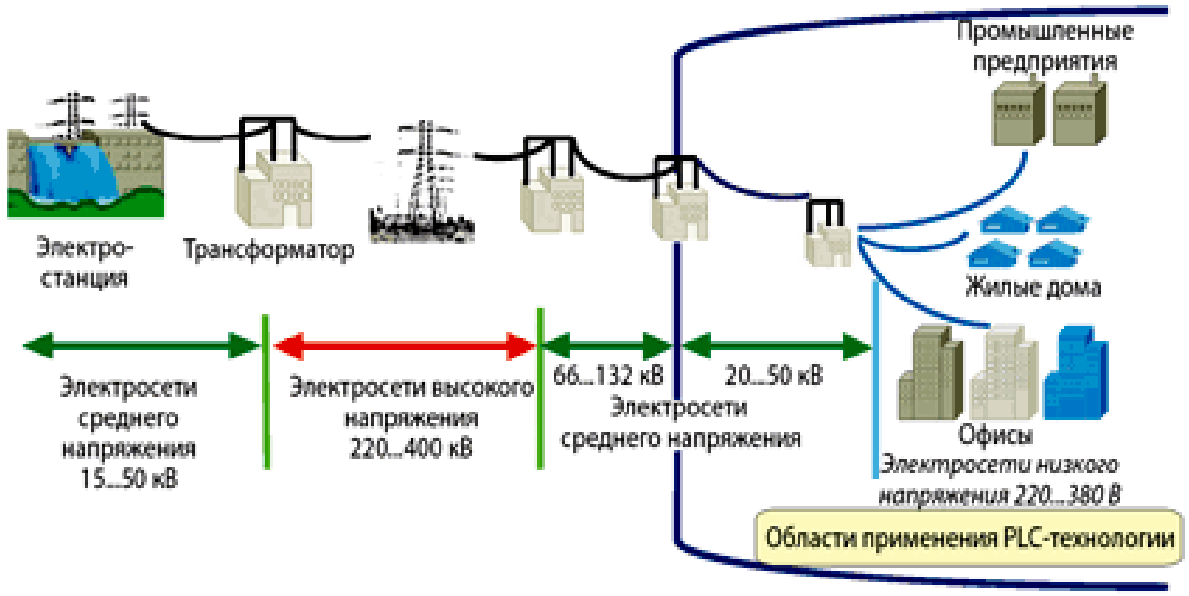


Рисунок 1.1. Структура сетей электропередач и области применения технологии передачи данных по электросетям

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Развитие технологии передачи данных по электросетям имеет несколько периодов, которые связаны с развитием оборудования для передачи данных по электросетям. Работы по созданию технологий передачи данных по электросетям активно велись в конце 20 века. В 2000 г. ведущие производители электронного оборудования (Cisco, Compaq, Enikia, Intel, Intellon, Motorola, 3Com, Texas Instruments и др.), так или иначе заинтересованные в развитии технологии передачи данных по электросети, объявили о создании альянса HomePlug Powerline Alliance. Эта организация была призвана упорядочить процесс разработки новых технологий передачи данных по электросети и выработать единую систему открытых спецификаций.

Первый стандарт HomePlug 1.0 появился благодаря усилиям альянса в 2001 г. В этом стандарте во многом использовались достижения одного из наиболее удачливых его прототипов (имеются в виду спецификации Intellon Power Packet, разработанные американской компанией Intellon). Интересно отметить, что вслед за разработкой первого варианта спецификаций HomePlug 1.0 последовал этап испытаний в сети, и лишь успешное тестирование созданной сетевой инфраструктуры позволило перейти к выпуску официальной версии стандарта. Уже в прототипе Intellon Power Packet был использован метод мультиплексирования с ортогональным частотным разделением с возможностью адаптации к параметрам физической среды передачи.

Стандарт HomePlug AV появился в 2005 г. Это стандарт высокоскоростной передачи больших объемов данных по домашним электросетям, что позволяет передавать потоки данных цифрового телевидения высокой четкости и передачу голоса с использованием интернет – протокола. Диапазон рабочих частот от 2 до 28 МГц, а обеспечиваемая на физическом уровне пиковая скорость передачи составляет 200 Мбит/с. На уровне управления доступом к среде передачи скорость снижается уже до

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

100...150 Мбит/с. При этом следует четко представлять, что скорость 200 Мбит/с достижима только при соединении типа точка – точка, а в сети скорость передачи зависит от количества узлов и уменьшается с ростом их числа. В HomePlug AV предусматривается возможность генерации до 1155 поднесущих в используемом диапазоне частот (рисунок 1.2).

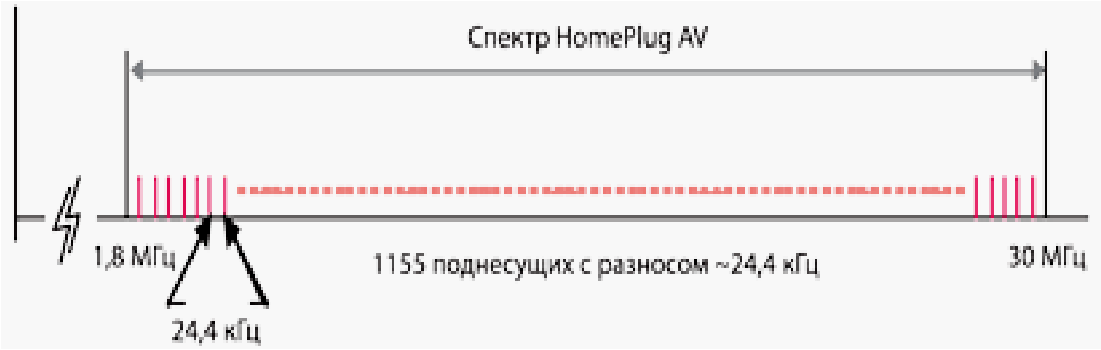


Рисунок 1.2. Распределение спектра в стандарте HomePlug AV

В спецификациях HomePlug AV предусматривается использование стандарта шифрования данных AES (advanced encryption standard – улучшенный стандарт шифрования), в котором применяются ключи длиной 128 бит. Чтобы достичь теоретически возможной пропускной способности канала передачи в стандарте HomePlug AV, рекомендуется применять избыточное кодирование с использованием сверточных кодов, которые были впервые применены и запатентованы французской компанией France Telecom. Применение методов избыточного кодирования позволяет без повторной передачи данных обеспечить высокую достоверность информации.

Впервые тестирование службы широкополосного доступа в интернет через электросеть было выполнено в Шотландии. При этом в тестировании передачи данных по электросетям было задействовано около 150 пользователей. Были использованы технологии для доступа в интернет через

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

электрическую сеть. Достигнутая предельная скорость передачи данных которую смогли получить пользователи не превышала 10 – 14 Мбит/с. Реальная же скорость составляла примерно 2 Мбит/с. Абонентское оборудование для передачи данных по электросетям имело сравнительно высокую стоимость, а для электролиний, «уплотненных» технологией передачи данных по электросетям, был характерен высокий уровень электромагнитных излучений, обусловленный работой собственной аппаратуры.

Ученым удалось создать технологию передачи данных по электропроводным линиям, которая обеспечивает скорость передачи до 200 Мбит/с при использовании обычных электрических линий. Это может означать, что технология передачи данных по электропроводным линиям может создать конкуренцию проводным технологиям

Больше всего успешных проектов по организации широкополосного доступа через электросети реализовано в США – на родине интернета. Известны такие компании как New Visions (Нью – Йорк), Communications Technologies (шт. Виргиния), Cinergy (шт. Огайо). В Германии технологию передачи данных по электропроводным линиям предлагают Vype; Piper-Net и Power Kom; в Австрии – Speed – Web; в Швеции – ENkom; в Нидерландах – Digistroom; в Шотландии – Broadband.

В 2005 году в Российской Федерации началось развертывание сетей доступа в интернет через бытовые электрические сети на базе технологии передачи данных по электропроводным линиям, компанией «Спарк». Построенная сеть включала в себя более 750 узлов доступа, расположенных в жилых домах. Все узлы доступа объединялись магистральной оптической сетью. В 2006 г. стартовал пилотный проект по вводу в эксплуатацию технологии передачи данных по электросетям в районе Южное Тушино, а в 2007 г. началось активное строительство сети и подключение абонентов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Существуют некоторые сложности, которые не дают технологии передачи данных по электропроводным линиям нормально развиваться. Сюда можно отнести то, что для подключения к сети необходимо пользоваться розеткой, которая подключена к основной электрической сети, и к этой розетке не должны быть подключены другие источники потребления,такие как удлинители, сетевые фильтры и ИБП. Также скорость передачи данных падает при включении различных электроприборов. Это зависит от состояния электропроводки квартиры, т. к. от нагрузки меняется магнитное поле и создаются помехи в линии электропередачи.

Проведем анализ условий использования технологии передачи данных по электропроводным линиям. Т. к. технология Ethernet была разработана специально для связи компьютеров между собой, а так же для передачи данных. Для нее специально были разработаны линии передачи, оборудование, в итоге характеристики скорости и качества наилучшие. Попытки же приспособить для передачи данных среду, изначально к тому не предназначенную, приводят ухудшению технических характеристик и увеличению платы за услуги. Сюда можно отнести технологию передачи данных по электросетям (технология PLC) а так же через телефонное соединение (коммутируемые модемы). Но все же можно приспособить эту технологию в тех сферах, где не нужна большая скорость. Например такими сферами могут являться различные бытовые приборы, которые имеют выход в интернет, зачем им большая скорость, если нужно лишь только передать сигнал к действию. Эта технология больше приспособлена не для того чтобы пользоваться медиафайлами и т. д. В первую очередь она может хорошо зарекомендовать себя в областях контроля, наблюдения, передачи управляющих сигналов по электрической сети без использования дополнительных проводов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В основе технологии передачи данных по электропроводным линиям лежит идея уплотнения сигнала. По одному физическому каналу можно передавать одновременно несколько сигналов. Этим самым можно получить хорошую скорости передачи данных. Этого добиваются с помощью модуляции, тем более модулированый сигнал более устойчив к помехам. В итоге при различных способах модуляции можно добиться различных скоростей передачи данных. При этом способы модуляции, которые обеспечивают наиболее плотную упаковку сигнала, требуют сложных математических операций, в связи с этим необходимо применение быстрых сигнальных (ЦСП) процессоров. Развитие технологий передачи данных по электропроводным линиям зависело от темпов разработки цифровых сигнальных процессоров (ЦСП).

Существует два типа доступа в интернет посредством электрической сети, которые и определяют области применения технологии. Технологии передачи данных по электросетям принято разделять на широкополосные и узкополосные. Широкополосные системы (со скоростью от 1 до 200 Мбит/с) ориентированы на системы высокоскоростного доступа к интернету, на создание домашних компьютерных сетей, а также на приложения, требующие высокоскоростного обмена данными: потоковое видео, системы видеоконференцсвязи, цифровой телефонии и т. д. Узкополосные (низкоскоростные) системы ориентированы на использование в средствах домашней автоматики, в управлении простейшими бытовыми приборами и т. д. В этом случае достаточно значительно меньшей пропускной способности канала (от 0,1 до 100 кбит/с).

В итоге можно сделать вывод, что применение современных методов обработки сигналов и кодирования данных, которые давно и успешно используются в широкополосных беспроводных и проводных технологиях (xDSL, WiMax, Wi – Fi, мобильной связи и др.) позволило достичь в технологии передачи

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

данных по электрическим сетям высокой скорости (до 200 Мбит/с) и достоверности передачи данных. Учитывая широкое распространение низковольтных электрических сетей, данная технология особенно привлекательна для использования в домашних сетях и небольших офисах.

Технология передачи данных по электропроводным линиям основывается на использовании частотного разделения сигнала, при котором высокоскоростной поток данных разбивается на несколько относительно низкоскоростных потоков, после чего, каждый из них передается на отдельной поднесущей частоте с последующим их объединением в один сигнал. Это можно увидеть на рисунке 1.3.

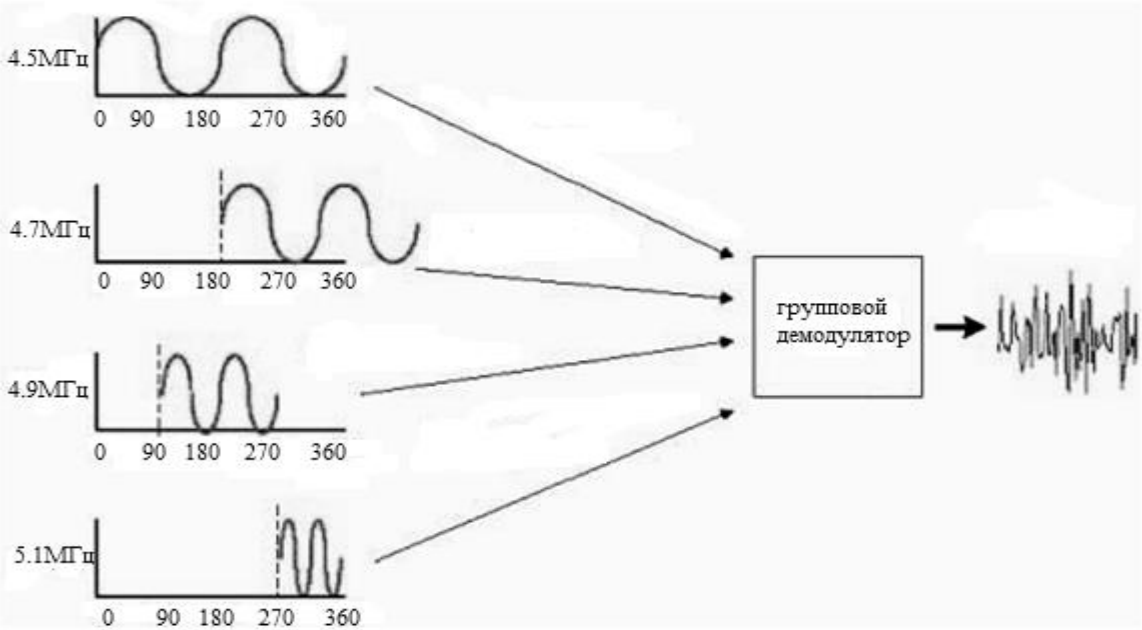


Рисунок 1.3. Схема частотного разделения

При использовании обычного частотного мультиплексирования (ЧРК, FDM – Frequency – Division Multiplexing) защитные интервалы между поднесущими, необходимые для предотвращения взаимного влияния сигналов,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

довольно велики (рисунок 1.4), поэтому доступный спектр используется не очень эффективно.

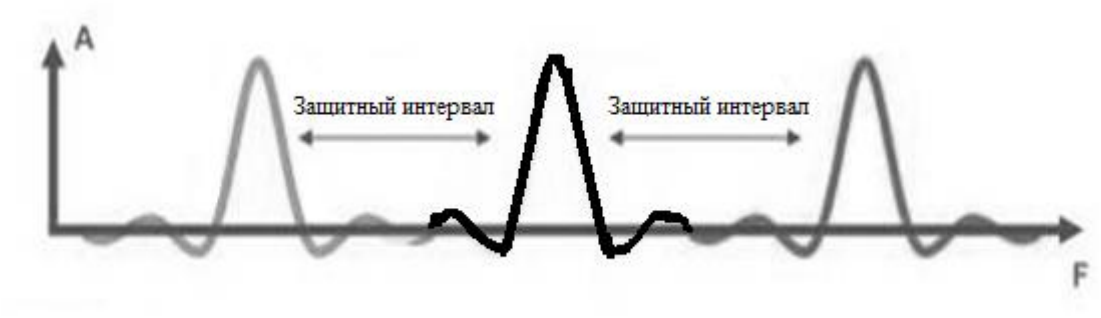
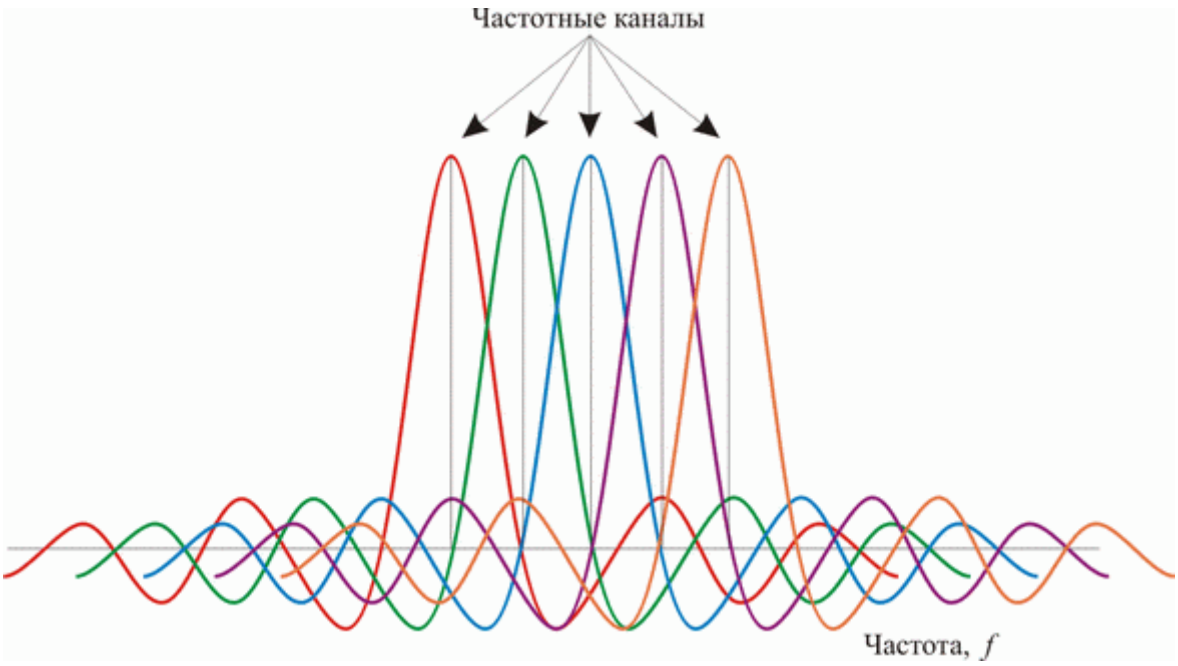


Рисунок 1.4. Частотное мультиплексирование

В связи с этим необходимо применять другой вид модуляции, в данном случае ортогонально частотно – разделенное мультиплексирование (OFDM). В случае использованич данного вида модуляции центры поднесущих частот размещены так, что пик каждого последующего сигнала совпадает с нулевым значением предыдущих (рисунок 1.5). Такая схема позволяет более эффективно использовать доступную полосу частот.



НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 1.5. Частотное разделение каналов с ортогональными несущими сигналами

При том условии, что сами частотные подканалы могут и перекрывать друг друга, ортогональность несущих сигналов гарантирует частотную независимость каналов друг от друга, а следовательно, отсутствие межканальной интерференции. Рассмотренный способ реализуется в передающих устройствах использующих обратное быстрое преобразование Фурье, переводящее предварительно мультиплексированный на N – каналов сигнал из временного представления в частотное (рисунок 1.6).

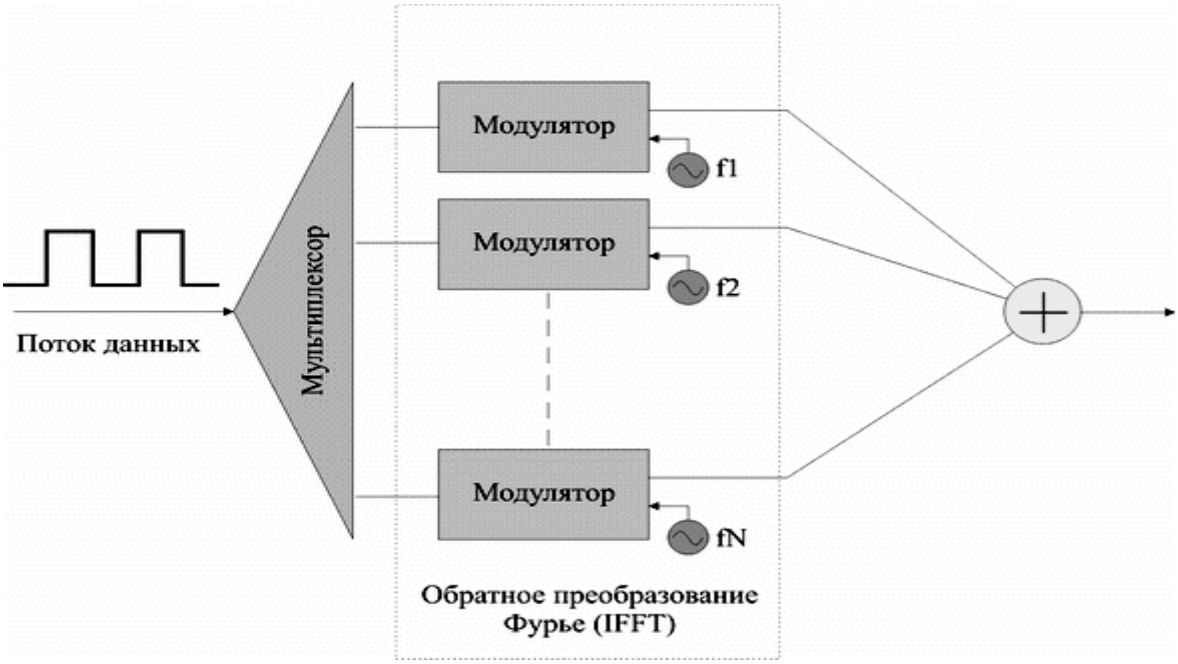


Рисунок 1.6. Осуществление обратного быстрого преобразования Фурье для получения N ортогональных частотных подканалов

Одним из ключевых преимуществ метода ортогонального частотно распределенного мультиплексирования является сочетание высокой скорости передачи с эффективным противостоянием многолучевому распространению.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Если говорить точнее, то сама по себе технология с ортогонально частотно – разделенным мультиплексированием не устраняет многолучевого распространения, но создает предпосылки для устранения эффекта межсимвольной интерференции. Дело в том, что неотъемлемой частью технологии является понятие охранного интервала – это циклическое повторение окончания символа, пристраиваемое вначале символа (рисунок 1.7). Охранный интервал является избыточной информацией и в этом смысле снижает полезную (информационную) скорость передачи. Эта избыточная информация добавляется к передаваемому символу в передатчике и отбрасывается при приеме символа в приемнике, но именно она служит защитой от возникновения межсимвольной интерференции.

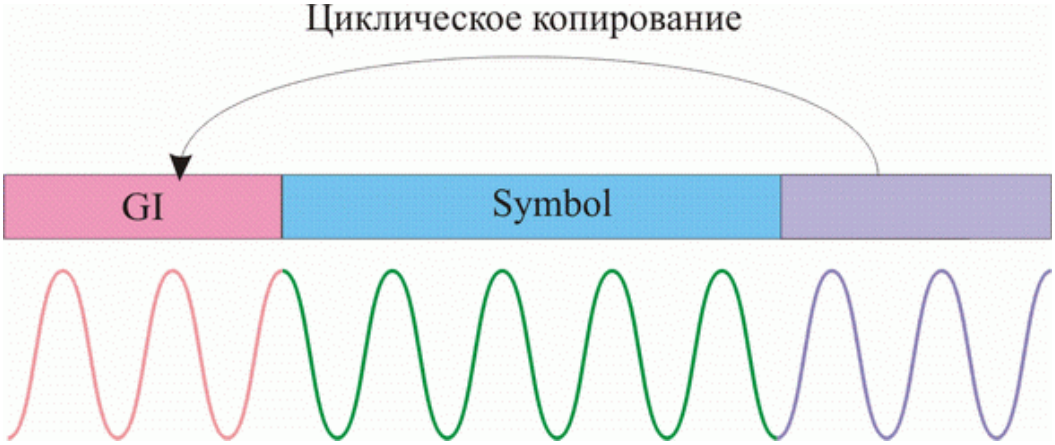


Рисунок 1.7. Циклическое повторение окончания символа

Наличие охранного интервала создает временные паузы между отдельными символами, и если длительность охранного интервала превышает

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

максимальное время задержки сигнала в результате многолучевого распространения, то межсимвольной интерференции не возникает.

Перед тем как отдельные поднесущие частоты будут объединены в один сигнал, они претерпевают фазовую модуляцию (рисунок 1.8). для кодирования используется либо двоичная, либо квадратурная относительная фазовая модуляция. При использовании двоичной фазовой модуляции в одном символе кодируется только один информационный бит. Соответственно при использовании квадратурной модуляции, то есть когда фаза сигнала может принимать четыре различных значения, в одном символе кодируется два информационных бита. Каждая из них определяется своей последовательностью бит. После этого все они собираются в единый информационный пакет.

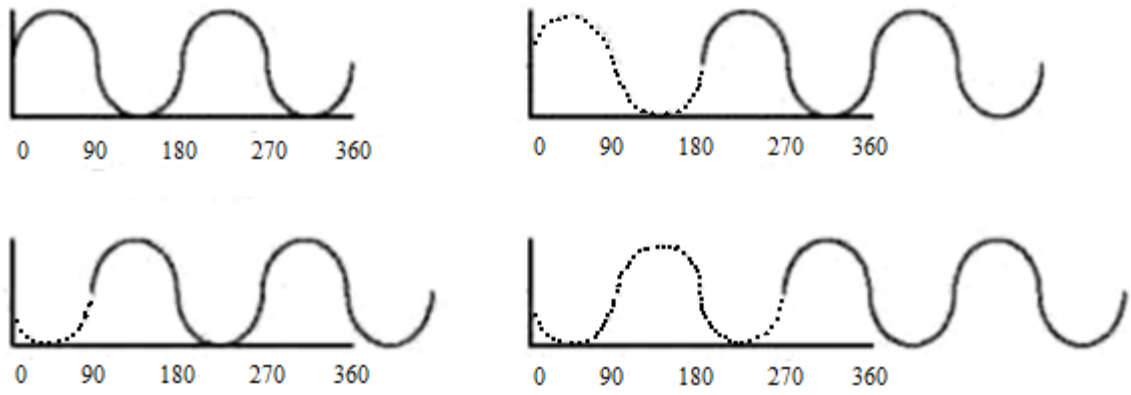


Рисунок 1.8. Фазовая модуляция

Реально же в технологии передачи данных по электросетям используются 84 поднесущие частоты в диапазоне от 4 до 21 МГц. Как происходит осуществление ортогонально частотно – разделенного мультиплексирования можно увидеть на рисунке 1.9.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

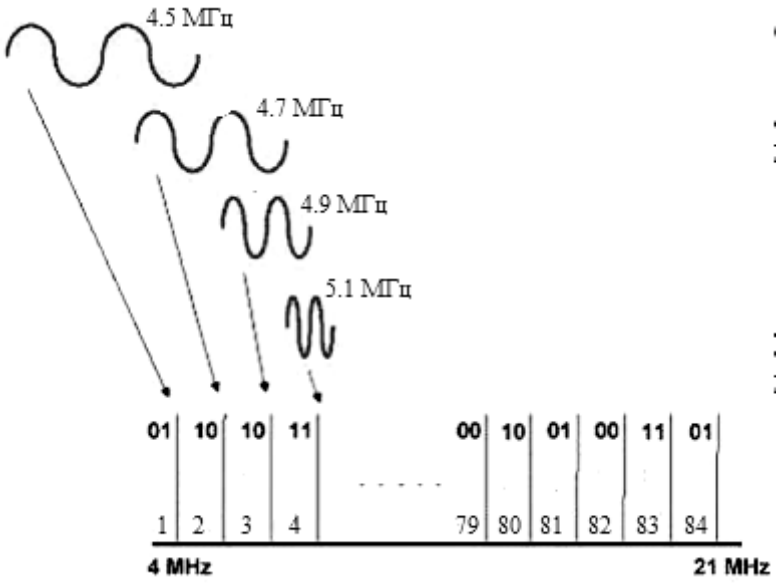


Рисунок 1.9. Реализация ортогонального частотно – разделенного мультиплексирования в технологии передачи данных по электрической сети.

Одним из преимуществ ортогонального частотно – разделенного мультиплексирования является то, что с изменением вида модуляции каждой из поднесущих появляется возможность адаптации к параметрам канала связи (т. е. при наличии помех скорость уменьшается, а при их отсутствии или снижении уровня, соответственно, увеличивается). Кроме того, некоторые из поднесущих можно отключать, если в этих частотных диапазонах имеются, к примеру, импульсные помехи. Возможности адаптации к параметрам канала и условиям передачи, заложенные в OFDM – методе, обеспечивают его высокую помехоустойчивость и надежность.

Множество преимуществ OFDM – модуляции, что собственно и позволяет успешно применять ее в широкополосной технологии доступа в интернет и других проводных и беспроводных технологиях, нивелируются в узкополосной. Главным образом, это связано с тем, что полоса частот отличается

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

большим уровнем разного рода помех, а также изменением параметров линии связи с течением времени. Все эти особенности несколько преуменьшают преимущества использования OFDM – модуляции, по крайней мере, по двум причинам. Во – первых, высокоскоростные методы модуляции поднесущих (например, КАМ) требуют постоянства параметров канала связи и сравнительно высокого отношения сигнал/шум. В противном случае существенно снижается реальная скорость передачи данных по сравнению с теоретически возможной. Во – вторых, большее число поднесущих обеспечивает и большую скорость передачи данных. Однако одним из преимуществ OFDM – модуляции является именно гибкость выбора количества поднесущих.

Теоретическая скорость передачи данных при использовании параллельных потоков с одновременным фазовым модулированием сигналов составляет более 100 Мбит/с. При передаче сигналов по бытовой сети электропитания могут возникать большие затухания на определенных частотах, что приведет к потере данных. Это видно на АЧХ (рисунок 1.8).

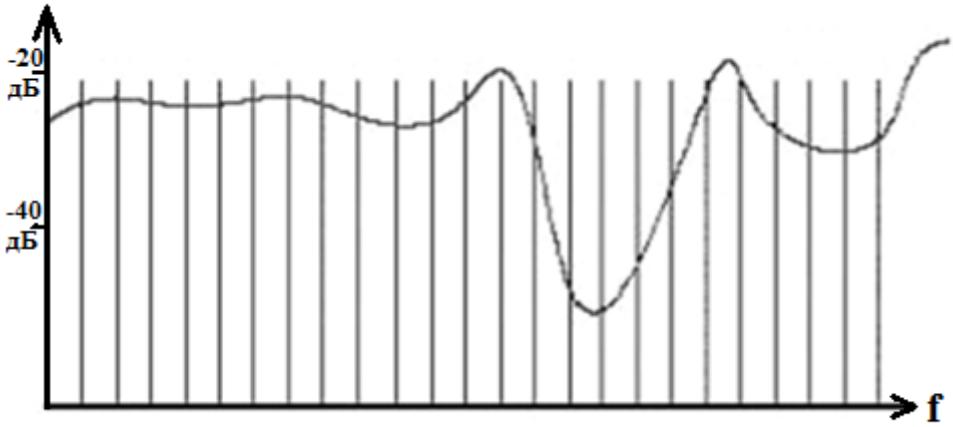


Рисунок 1.8. Амплитудно – частотная характеристика участка электрической проводки

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В технологии доступа в интернет с помощью электрической сети предусмотрен специальный метод решения этой проблемы – динамическое выключение и включение передачи сигнала. Суть данного метода заключается в том, что устройство осуществляет постоянный мониторинг канала передачи с целью выявления участка спектра с превышением определенного порогового значения затухания. В случае обнаружения данного факта использование этих частот на время прекращается до восстановления нормального значения затухания (рисунок 1.9).

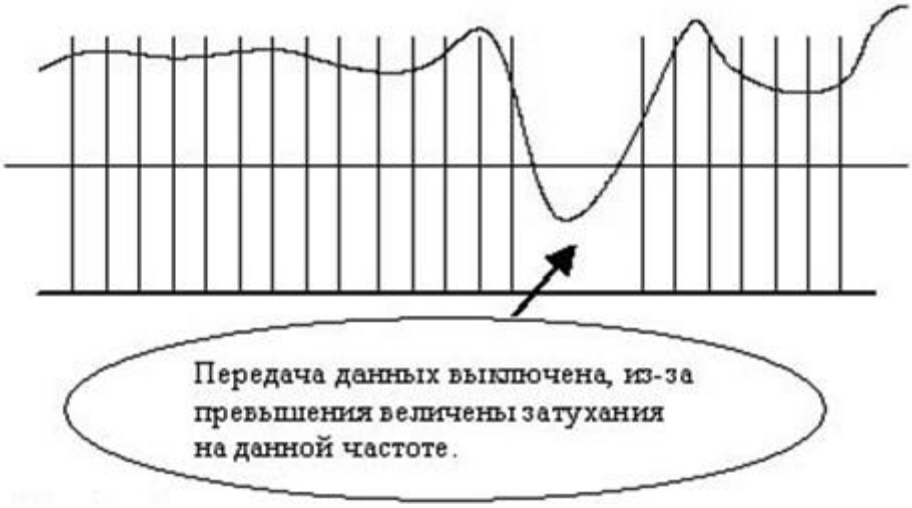


Рисунок 1.9. Адаптивная передача данных

Данный метод динамического выключения и включения передачи сигнала делает технологию доступа в интернет с помощью электрической сети максимально гибкой при использовании в разных условиях. Например, во многих странах существуют различные регулирующие акты, согласно которым часть диапазона частот не может быть использована. Следовательно, в случае передачи данных с помощью электрической сети в таком диапазоне просто не будут передаваться данные. Еще одним примером является вариант, когда некое приложение уже использует часть диапазона. Происходит выключение

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

передачи данных на определенных частотах, и два приложения могут спокойно сосуществовать в одной физической среде.

В данном разделе были рассмотрены способы передачи информации в технологии передачи данных по электросетям. А именно виды частотного разделения сигнала и модуляции применяемые в узкополосных и широкополосных системах доступа в интернет посредством электрической сети.

Всякая система доступа в интернет при практическом использовании сталкивается с рядом недостатков, которые в конце концов определяют область применения той или иной технологии. К недостаткам данной технологии можно отнести ряд следующих параметров:

– пропускная способность сети по электропроводке делится между всеми ее участниками. Например, если в одной сети на основе передачи данных по электропроводке две пары адаптеров активно обмениваются информацией, то скорость обмена для каждой пары будет составлять примерно по 50% от общей пропускной способности;

– нарушение радиоприема в помещениях, где работают модемы передачи данных с помощью электрической сети, особенно на средних и коротких волнах, но на небольшом расстоянии от модема, порядка 3 – 5 метров.

– на стабильность и скорость работы PLC влияет качество выполнения электропроводки, наличие стыков из разных материалов (например, медного и алюминиевого проводника), а также просто количество соединений проводника;

– на качество связи могут оказывать отрицательное влияние дешевые энергосберегающие лампы, тиристорные

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

диммеры (регуляторы яркости), импульсные блоки питания и зарядные устройства. Максимальное влияние на скорость в сети перечисленные устройства оказывают при подключении в непосредственной близости от PLC – модема.

Все эти недостатки в последствие влекут за собой ряд определенных проблем.

Первой проблемой является то, что электрическая проводка в нашей стране не создавалась изначально для передачи информационного сигнала, а разрабатывалась для использования в своей основной сфере – передаче электроэнергии. Электрическая проводка выполнена практически везде из алюминия, а не из меди, которая применяется во многих странах мира. Сигнал быстро затухает, проходя по алюминиевому кабелю.

Второй проблемой являются неясные правовые нормы на использование технологии передачи данных по электрическим сетям. В России до сих пор не решены вопросы нормативно – правового использования этой технологии. Отсутствие стандартов на системы передачи данных с помощью электрической сети и использование частот, потому что некоторые уже используют наши службы, один из факторов тормозящих своевременное развитие технологии. В 2001 г. международный консорциум Home Plug Powerline Alliance принял отраслевой стандарт для построения домашних сетей через линии бытовой электропроводки – спецификацию HomePlug 1.0. Но этот стандарт регламентирует построение «домашних» сетей, то есть сетей в пределах одной квартиры. Полноценный же стандарт для широкополосных технологий передачи данных с помощью электрической сети пока не разработан. Так же энергетическая компания просто напросто не даст разрешения на размещение оборудования передачи данных на трансформаторных подстанциях. В итоге

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

область применения технологии передачи данных по электросети значительно сужается.

Третей проблемой является то, что сеть бытового электропитания служит общей средой передачи данных, то есть в один момент времени передачу могут осуществлять сразу несколько устройств. В этой ситуации для разрешения конфликтов столкновения трафика необходим регулирующий механизм – протокол доступа к среде. В качестве подобного протокола был выбран хорошо известный Ethernet, который в технологии передачи данных по электросетям был расширен путем добавления дополнительных полей приоритезации, таким образом получилось то же самое, что и в технологии Ethernet. Имеется одна общая шина для передачи данных и необходимо чтобы проходящие на одной частоте сигналы не стыковались. Такая модификация вызвана необходимостью иметь гарантированную полосу пропускания для передачи голоса и видео через IP тогда, когда величина задержки является критичным параметром. Пакеты, содержащие голос или видео, в этом случае имеют самый высокий приоритет при обработке и доступе к среде передачи

Четвертой проблемой является низкая помехоустойчивость. Работа электротранспорта, многочисленных электродвигателей и бытовых приборов вызывает в незащищенных от высокочастотных излучений проводах помехи, которые приводят к резкому снижению качества передаваемых данных. К тому же, провода электросети начали действовать как антенны радио ретрансляторов, излучая, по сути, весь трафик в эфир.

Рассмотрим основные виды помех в технологии передачи данных по электрической сети. К ним относится уровень шума и помехи проводимости в сетях низкого напряжения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Уровень шума в линиях определяется для модемов. Рисунок 1.10 (нижняя кривая) показывает уровень шума в электрическом проводе. В нем существует три типа помех:

- постоянный широкополосный шум (белый шум);
- узкополосные «пики» (отдельные частоты);
- пульсации.

На Рисунке 1.10 (верхняя кривая) показано в качестве примера затухание напряжения в 300 – метровом кабеле как функция частоты: напряжение падает в пределах 20 дБ при частоте 1 МГц, 80 дБ при 20 МГц.

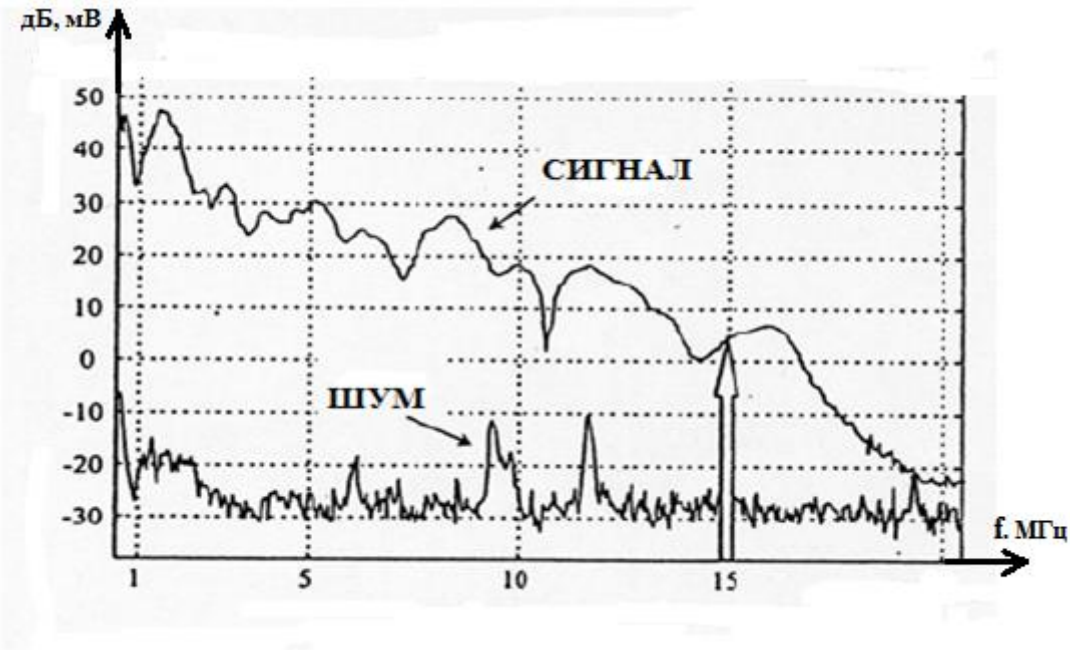


Рисунок 1.10. Графики уровня шума и затухания сигнала в электрическом кабеле на определенных частотах

Так же к проблеме слабой помехозащищенности относятся импульсные помехи (до 1 мкс), источниками которых могут быть галогеновые лампы,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

включение и выключение различных электроприборов и т. д, что влияет на динамический метод вылючения и включения передачи сигнала, который осуществляет постоянный мониторинг канала. При использовании метода динамического выключения и включения передачи сигнала, система может не успеть адаптироваться к быстро изменившимся условиям, в результате часть передаваемых битов будет разрушена и утеряна. Для решения этой проблемы используется каскадное помехоустойчивое кодирование битовых потоков, прежде чем они будут промодулированы и поступят в канал передачи данных. Суть помехоустойчивого кодирования состоит в добавлении в исходный информационный поток по определенным алгоритмам дополнительных («защитных») битов, которые используются декодером на приемном конце для обнаружения и исправления ошибок.

Кроме того, помехоустойчивое кодирование является способом технического закрытия, обеспечивающего относительную безопасность передаваемой информации в общей среде передачи.

Помехи появляющиеся в линиях электропередач приводят к затуханию сигнала. Посмотрим как зависит скорость передачи данных по электрической сети от величины затухания (рисунок 1.11)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

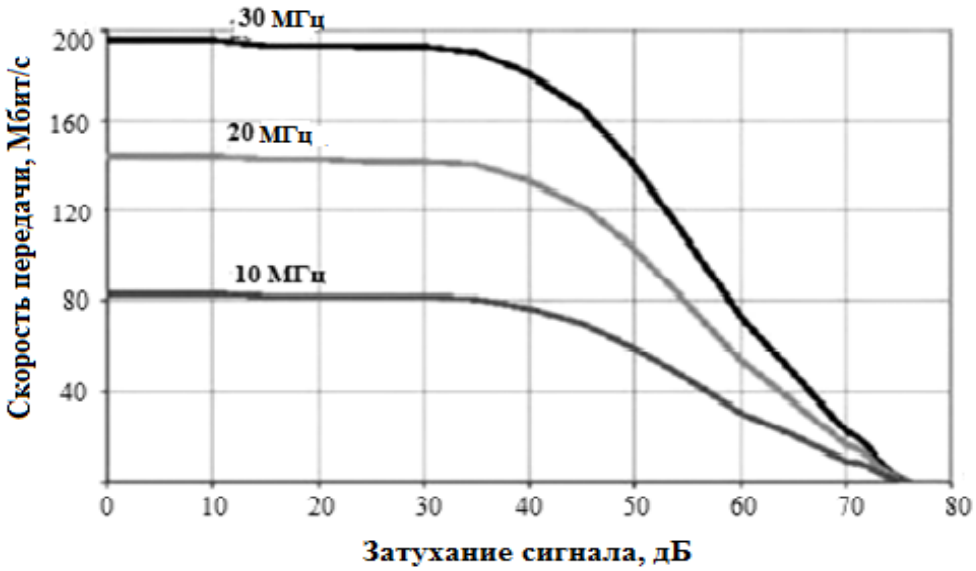


Рисунок 1.11. Зависимость скорости передачи данных по электрической сети от величины затухания на различных частотах передачи данных

В свою очередь между теоретической скоростью и реальной скоростью передачи данных существует определенная зависимость. Не стоит забывать, что в физической среде технология передачи данных по электросетям работает в полудуплексном режиме, поэтому указанное значение делится на два направления, передачу и прием (рисунок 1.12)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

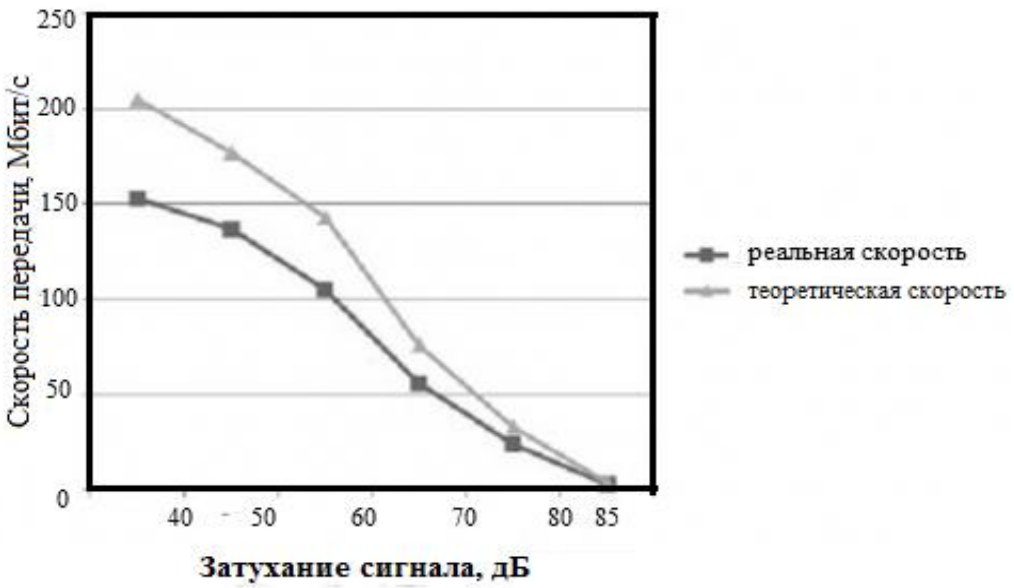


Рисунок 1.12. Зависимость теоретической и реальной скорости передачи от затухания

Производители говорят о типовой дальности работы PLC сетей в 300 метров, но из – за большого количества факторов, влияющих на распространение сигнала невозможно, в общем случае, гарантировать ту или иную скорость или расстояние. В реальности, определяющую роль на скорость и дистанцию оказывает не затухание, а отношение сигнал/шум. Стоить отметить, что в разветвленных и некачественных электросетях уровень шума оказывается весьма значительным.

Существующие технологии передачи данных по электросетям классифицируются по типу используемых линий электропередачи и области применения. Приоритетным направлением является использование технологии для создания телефонной связи и высокоскоростного доступа в интернет на ограниченных территориях (в отдельных поселках и зданиях, на предприятиях).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Технологии передачи данных по электросетям для домашних сетей позволяют эффективно реализовать концепцию интеллектуального дома, предоставив целый ряд услуг по дистанционному мониторингу, охране жилища, управлению его режимами, ресурсами и прочее. Существующие технологии передачи данных по электросетям классифицируются по типу используемых линий электропередачи и области применения (рисунок 1.13).

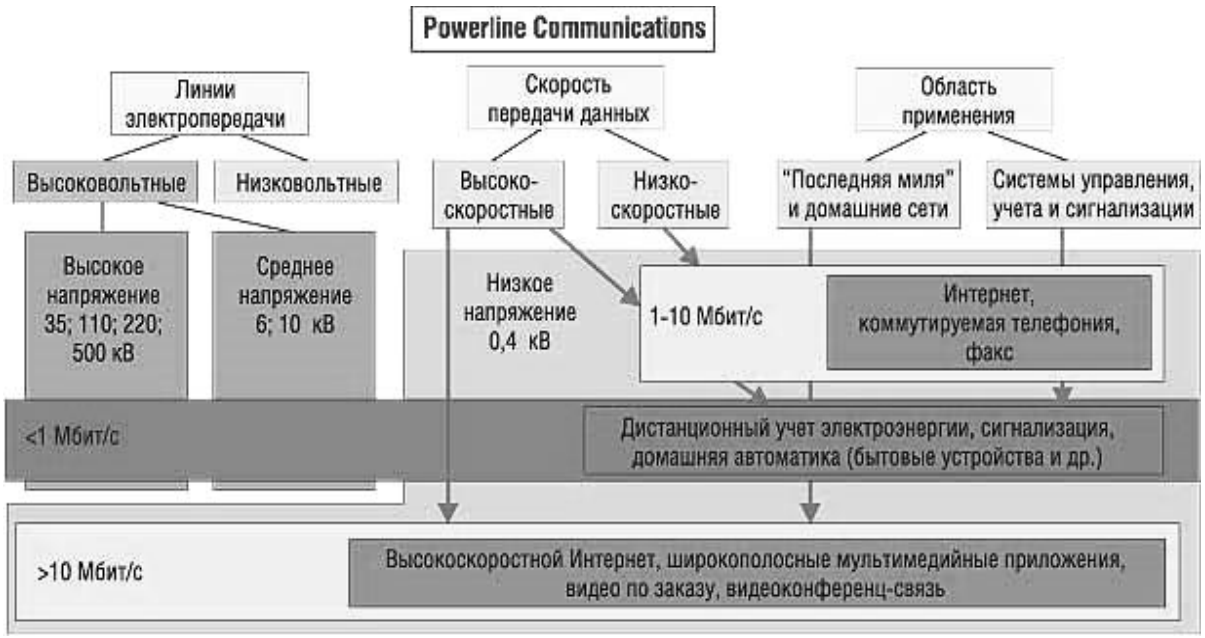


Рисунок 1.13. Области применения технологии передачи данных по электросетям

Технология передачи данных с помощью электрической сети подходит как для низкоскоростной передачи данных (домашняя автоматика, бытовые устройства и т. п.), так и для приложений, требующих высокоскоростного соединения: видео по запросу, видеоконференц – связи и другие.

Существуют следующие задачи для применения технологии передачи данных по электросетям:

– широкополосный доступ в интернет;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– создание компьютерных сетей;

– VoIP – IP – телефония;

– высокоскоростная передача мультимедиа файлов;

– видеонаблюдение на предприятиях и в домах;

– организация каналов передачи цифровых данных для автоматизации;

– системы безопасности (пожарно – охранная сигнализация);

– удаленное управление электроприборами (умный дом).

Технология передачи данных по электросетям дает новые возможности для реализации решения «умного дома», в котором всю электронику в доме можно объединить в единую сеть с возможностью централизованного управления, а так же удаленного доступа и контроля работы приборов. Электрическая сеть – отличная среда для передачи сигналов между электрическими приборами, которые работают под напряжением 110/220 В. Контроллеры, и различные микросхемы, которые встраиваются в приборы, могут обеспечивать возможность обмена данными через электрическую сеть, а так же возможно произвести обмен данными через интернет. Помимо этого, можно организовать передачу данных с датчиков сигнализации, аудио, видеофайлов, а так же расширить и продлить телефонные линии и т. д.

В частности при использовании силовых сетей возможно связать бытовую электронику следующим образом.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

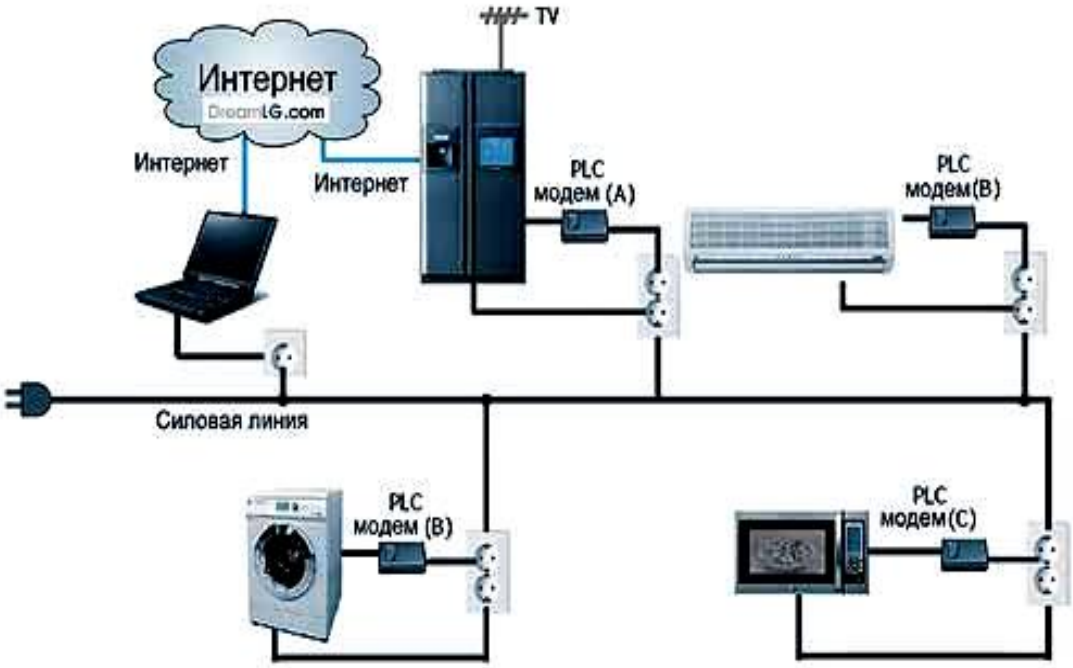


Рисунок 1.14. Структурная схема сети между бытовыми приборами на основе технологии передачи данных по электросетям

Данная технология осуществляет функции контроля и мониторинга цифровой электроники, подключенной к сети, и предоставляет доступ в интернет таким устройствам как: интернет – холодильник, интернет – микроволновая печь, интернет – стиральная машина, интернет – кондиционер и другие.

В настоящее время создано и эксплуатируется большое число высокоскоростных магистральных информационных сетей, однако возможность подключение к ним конечных потребителей в ряде случаев все еще остается проблемной. Множество подключений осуществляется путем прокладки кабеля от высокоскоростной линии до рабочего места пользователя. Есть случаи, когда прокладка кабеля нежелательна или невозможна. Например, это происходит в случае динамически меняющих расположение клиентов, и нет возможности каждый раз проводить линию для доступа к сети. Однако поскольку в наше время интернет слал неотъемлемой частью, то возникает

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

привлекательная возможность использовать электропроводку, которая находится в каждом здании. При этом любая электрическая розетка в здании может являться точкой для подключения к глобальной сети, необходимо только иметь в наличии PLC – модем.

Особый интерес вызывает возможность совместного использования технологии передачи данных по электросети с другими широкополосными технологиями передачи данных, например с WiMax, xDSL, Satellite, и т. д. Схема использования комбинированной технологии Satellite и передачи данных по электросетям приведен на рисунке 1.15. В данном случае связь осуществляется через спутник. Данные принимаются на наземную приемную станцию, а в помещениях здания используется сеть доступа по бытовой электрической сети.

Рисунок 1.15. Схема использования комбинированной технологии Satellite и передачи данных по электросетям

В завершении необходимо дать рекомендации по использованию технологии передачи данных по электрической сети. Данная технология может найти применение в распределенных системах управления и учета в цехах; в системах жизнеобеспечения зданий (лифтах, системах кондиционирования и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

вентиляции и т. д.); системах складского хранения; средствах учета потребления электроэнергии, воды, газа, тепла; системах охранной и пожарной сигнализации в дачных поселках, гаражных кооперативах и т. д. Фактически информационную сеть можно развернуть на любом участке, где уже имеются линии электроснабжения. Данная технология может успешно использоваться в средствах домашней автоматики для управления бытовыми приборами.

Технология доступа в интернет посредством электрической сети, использует кабельные силовые линии в качестве среды передачи информации, она постепенно развивается, тем самым предоставляет все большую пропускную способность, тем самым позволяет использовать сети электрического тока для передачи различной информации, голоса или данных. Полезный сигнал для передачи цифровой информации представляет собой высокочастотную составляющую на фоне основной частоты несущей равной 50/60 Гц.

С развитием интернета технология передачи данных по вызвала наибольший интерес к возможности передачи данных. Различные корпоративные клиенты могут позволить себе использовать дорогостоящие технологии, однако обычных домашних пользователей намного больше, и вряд ли все они могут позволить себе такое

Достижения технологии передачи данных по электрической проводке обусловлены появлением соответствующей элементной базы, в том числе сигнальных процессоров, с использованием которых были реализованы сложные способы модуляции сигнала, что и позволило, в конечном счете, увеличить достоверность передачи информации. Стремительное развитие альтернативных способов организации широкополосной передачи данных, к примеру, технологии DSL (Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия) и, соответственно, массовый выход на рынок кабельных модемов, поставили

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

под сомнение коммерческую привлекательность систем передачи данных по электрической проводке.

К технологиям которые конкурируют с технологией передачи данных по электросетям можно отнести технологии xDSL, Wi – Fi, спутниковую связь и прочие, а также коаксиальные телевизионные и оптоволоконные кабели. При выборе технологии определяющую роль играет экономический фактор, ведь средства связи должны быть недорогими и повсеместно доступными.

Рассмотрим основные виды проводных технологий, использующихся для передачи данных.

HFC (hybrid fiber coaxial cable – комбинированная оптокоаксиальная кабельная система). Используется в технологии широкополосного доступа к телекоммуникационным сетям.

ADSL (asymmetrical digital subscriber line – асимметричная цифровая абонентская линия). Технология высокоскоростной передачи данных пообычным телефонным линиям. Канал связи асимметричен, т.е. скорость потока данных к абоненту больше, чем в обратном направлении.

VDSL (veryhighbit – rate digital subscriber line) – высокоскоростная цифровая абонентская линия.

ADSL2 – улучшенный вариант ADSL.

PLC (power line communication). Технология, основанная на использовании электросети в качестве физической среды для высокоскоростного обмена информацией.

FTTH (fiber to the home – сеть с доведением оптического кабеля до пользователя). Технология использования волоконно – оптической связи в быту.

Беспроводные технологии.

LMDS (local multipoint distribution service – локальная многоточечная распределенная служба). Используется в системах беспроводной связи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

MMDS (multichannel multipoint distribution service — многоканальная многоточечная распределенная служба).

Wi – Fi (wireless fidelity) – пакет стандартов беспроводной связи IEEE 802.11x.

WiMAX (world wide inter opera bility for microware access) – тенология универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для устройств разного класса. Используется как синоним стандарта IEEE 802.16a.

3G (third – generation) – системы цифровой мобильной связи третьего поколения.

Чтобы полностью оценить преимущества технологии передачи данных по электросетям, ознакомимся с основными характеристиками и техническими параметрами существующих проводных и беспроводных систем передачи данных, которые приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 1

Основные параметры проводных технологий

Наименование параметра	Технология					
	HFC	ADSL	VDSL	ADSL 2+	PLC	FTTH
Диапазон рабочих частот, МГц(полоса частот/канал, МГц/канал)	От 5 до 1000, (от 6 до 8)	до 1.1		до 2.2	От 1 до 30	1000
Пропускная способность, Мбит/с (расстояние, км)	США: от 3 до 4, Канада: до 10, Великобритания: от 1 до 8, Франция: до 100	От 1.5 (5.4) до 12 (0.3)	От 13 (1.3) до 52 (0.3)	От 7.5 (2.7) до 26 (0.3)	200, пиковая, для узла сети от 2 до 4	1 Гбит на канал
Максимальное расстояние, км	100 (с использованием усилителей)	5.4	1.3	2.7	3 (от 10 до 50кВ), 0.2 (от 0.22 до 0.38кВ)	20
Параметры развертывания	Просто при наличии ТВ – кабеля. Большие затраты при создании новой сети	Просто при наличии точек подключения			Легко. Не требуется прокладка кабеля	Большие проблемы при прокладке кабеля
Недостатки	Ограниченная пропускная способность.	Скорость передачи в большой степени зависит от расстояния. Ассиметричность			Отсутствие единого стандарта	Большие затраты

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 2

Основные параметры беспроводных технологий

Наименование параметра	Технология					
	Радиорелейные линии	LMDS	MMDS	WiFi	WiMax	3G
Диапазон рабочих частот, ГГц	2,4,6 От 21,3 до 23,6	От 28 до 31	От 2,1 до 2,7	2,4; 5,7	2,11; От 10 до 66	От 1,92 до 1,98; От 2,11 до 2.17
Пропускная способность, Мбит/с	155		10	2/11/54	70	2
Максимальное расстояние, км	5	4	100	0.1	50	Зависит от разветвленности сети
Параметры развертывания	Сложно. Работает только в зоне прямой видимости			Просто для LAN–сетей	Просто, большие затраты	Просто

Исходя из этого, можно сделать сравнительный анализ проводных и беспроводных технологий передачи данных. Проводные технологии, используемые для доступа к интернету, обладают хорошими техническими характеристиками, но их не всегда удобно и возможно использовать. Например, технология проводного доступа на основе комбинированной оптокоаксиальной кабельной системы имеет большое расстояние работы, большой диапазон рабочих частот, но обладает ограниченной пропускной способностью. Самой распространенной технологией проводного доступа считается ADSL, строить ее не сложно, необходимы только точки подключения. Скорость передачи данных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

не высока, но расстояние передачи больше чем у других технологий по типу ADSL. К ним можно отнести технологию на основе высокоскоростной абонентской линии (VDSL), которая обладает большей пропускной способностью чем ADSL, но меньшим расстоянием передачи. Технология передачи данных по электросетям имеет широкий диапазон рабочих частот, имеет хорошую пропускную способность при использовании необходимых для этого видов модуляции, не требует никаких работ по прокладке кабеля, но не имеет стандартов и плохая помехоустойчивость. Самой же скоростной из проводных технологий является оптоволоконная сеть с доведением оптоволокна до пользователя. Эта технология имеет очень большой диапазон рабочих частот, огромную пропускную способность, порядка 1 Гбит/с, но имеет недостатки в сложности прокладки кабеля и большие затраты.

В беспроводных технологиях, радиорелейные линии обладают высокой пропускной способностью порядка 155 Мбит/с, можно сказать что это самая быстрая из технологий беспроводного обмена данными. К недостаткам можно отнести то, что РРЛ работают в зоне прямой видимости и максимальное расстояние составляет около 5 километров. Локальная многоточечная распределенная служба (LMDS) используется для передачи данных с такой же скоростью как и в РРЛ, но в маленькой полосе частот. Многоканальная многоточечная распределенная служба (MMDS) имеет небольшую пропускную способность, порядка 10 Мбит/с, но максимальное расстояние передачи составляет порядка 100 километров, главное чтобы передатчики находились в зоне прямой видимости. Самая распространенная на данный момент технология для передачи данных на короткие расстояния это WiFi. Она имеет ограниченный диапазон рабочих частот, при этом скорость передачи может составлять 2, 11, 54 Мбит/с, а максимальное расстояние передачи в зоне прямой видимости порядка 100 метров. Следующая рассмотренная технология

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

WiMax, обладает большой пропускной способностью порядка 70 Мбит/с, при этом максимальное расстояние передачи около 50 километров, но требует больших затрат при развертывании. Технология 3G работает в небольшом диапазоне частот от 1,92 до 1.98, от 2,11 до 2,17 ГГц, пропускная способность при этом составляет около 2 Мбит/с, а максимальное расстояние зависит от разветвленности сети.

Проанализировав основные параметры проводных и беспроводных технологий можно сказать, что беспроводные сети имеют множество преимуществ. В отличие от проводных сетей, они не нуждаются в проводах и могут излучать широкополосный сигнал во всем пространстве здания. Однако связь через эфир менее стабильна и плохо защищена от помех. Кроме того, зачастую пропускная способность канала ограничена, поэтому в случае беспроводной сети редко удается добиться одновременной передачи нескольких потоков (видео, аудио и данных) с хорошим качеством. Еще одна проблема – ограниченная зона покрытия, которая в большой степени зависит как от размеров, так и конфигурации помещения, а также от свойств строительных материалов, из которых возведено здание. Расширить зону покрытия беспроводных технологий в некоторых случаях можно с помощью дополнительной сети на основе передачи данных по электрической проводке.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что технология передачи данных по электропроводке наиболее конкурентоспособна среди проводных и беспроводных технологий для создания домашних сетей. Инфраструктуры проложенных электросетей достаточно для организации сети во всем здании, а высокая пропускная способность (до 200 Мбит/с) потенциально удовлетворяет требования современных мультимедийных приложений.

На практике встречается несколько способов построения сетей доступа в интернет с использованием электрической проводки, а именно: наружный

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

вариант построения сети, построение сети внутри здания, а так же способ построения с совместным использованием технологии передачи данных по электросети и беспроводных технологий.

Рассмотрим общую схему построения абонентского доступа на базе технологии передачи данных по электросетям (рисунок 2.1)

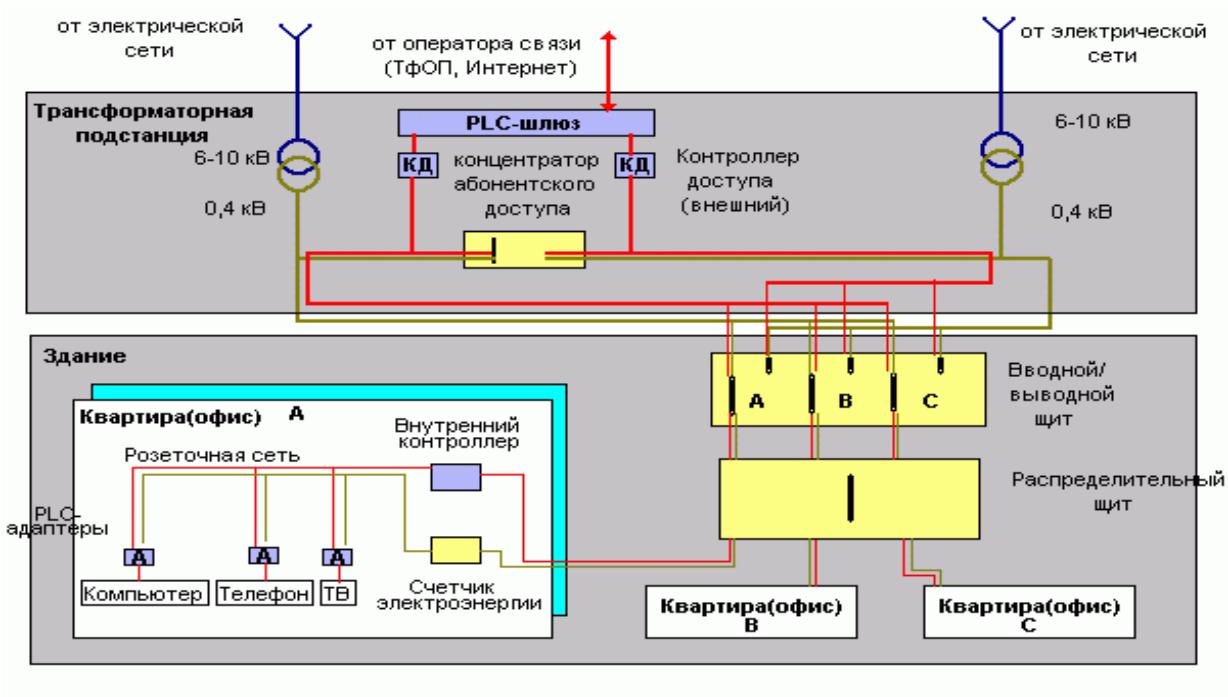


Рисунок 2.1. Обобщенная схема построения сети абонентского доступа на базе технологии передачи данных по электросетям

Внешнее оборудование доступа размещается на локальной трансформаторной подстанции, подключается к телефонной сети и/или IP – магистрали через существующие телекоммуникации и к электрической сети. Это устройство представляет собой шлюз между сетями общего пользования и сетью передачи данных по электросетям и управляет полосой пропускания между внутренними контроллерами, установленными в помещениях здания.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Подключение внешнего оборудования доступа сети построенной по технологии передачи данных по электросетям к сетям IP и ТфОП будет варьировать, в зависимости от расстояний и условий расположения трансформаторной подстанции. Внутренние контроллеры оборудования организуют абонентскую сеть внутри помещений и объединяют устройства – адаптеры, которые включаются в розетки сети электропитания. Адаптеры имеют набор стандартных интерфейсов типа USB, RS – 232, RJ – 45, Ethernet и другие, для подключения различных терминалов (компьютеров, факсов, телефонов).

В качестве примера построения сетей передачи данных по электросетям можно привести технологию швейцарской компании Ascom, являющейся лидером в производстве систем и сетей связи на основе технологии передачи данных по электросети. Компания предлагает комплексное решение, при котором питающие здание электрические кабели служат «последней милей» для передачи данных, а электропроводка внутри здания выступает в роли «последнего дюйма». Вненяя и внутренняя системы (рисунок 2.2) позволяют использовать одну и ту же передающую среду и различные несущие частоты. Для передачи данных по питающим здание фидерам применяются низкие частоты, а внутри зданий – высокие.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

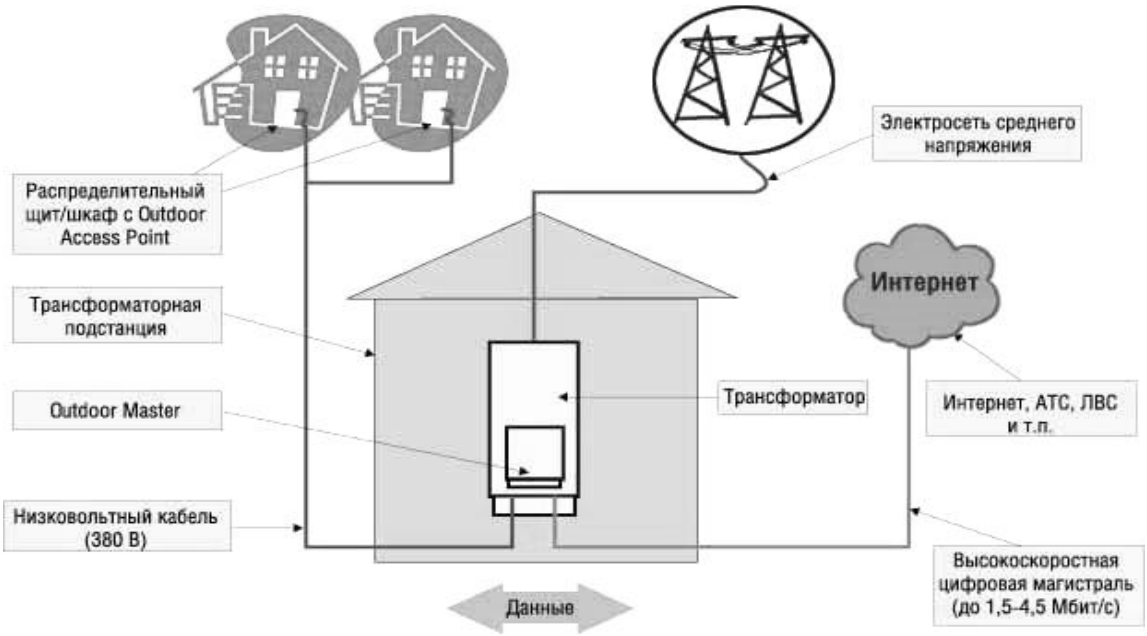


Рисунок 2.2. Вариант внешнего построения сети доступа в интернет по электрическим линиям

Для наружных вариантов построения предлагается использовать три несущие со значением средних частот 2,4; 4,8 и 8,4 МГц. В зависимости от расстояния передачи каждая из несущих передает данные со скоростью от 0,75 до 1,5 Мбит/с. При небольшом расстоянии между промежуточной приемопередающей точкой (например, трансформаторной подстанцией) и зданием применяются все три несущие. При этом достигается скорость передачи до 4,5 Мбит/с. При минимальной скорости передачи без повторителей может быть покрыто расстояние около 300 метров. Для наивысших значений скоростей передачи расстояние сокращается примерно вдвое.

Помимо вариантов построения сети доступа в интернет посредством силовых линий, рассматривается принцип совместного использования технологии PLC и безпроводных технологий. Этот тип построения очень удобно применять в квартирах, стены которых хорошо проводят сигнал от WiFi роутера,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

или же где нет возможности проложить витую пару. Даже если стены должным образом не пропускают сигнал, можно поставить несколько роутеров, если это конечно целесообразно (рисунок 2.3)

Рисунок 2.3. Вариант совместного использованит технологии передачи данных по электросетям и беспроводных технологий

Сети доступа в интернет на основе технологии передачи данных по электрической сети лучше всего строить на основе совместного использования с технологией беспроводного доступа. Это дает преимущество в том, что не нужно прокладывать никаких лишних проводов, и система доступа будет экономически выгодной из – за меньшего количества используемых модемов для доступа в интернет посредством электрической сети.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Библиографический список

1. Бочаров П.С. Организация абонентского доступа с использованием PLC технологий: учеб. пособие / Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. – М.: МИЭМ, 2007 г. – 178 с.

2. Васильева Л.П. Вопросы защиты широкополосных систем передачи данных по кабелям, информационная безопасность. – М.: Эко – Трендз, 2006 г. – 24 с.

3. Вишневский В. Широкополосные сети передачи информации. – М.: Эко-Трендз, 2005 г., 592 с.

4. Григорьев В. А, Лагутенко О.И., Распаев ЮА., Сети и системы широкополосной передачи данных. – М.: Эко – Трендз, 2005 г., 384 с.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 681.31

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С. Задачи современных систем мобильной связи при влиянии внешних факторов на качество их функционирования

The tasks of modern mobile communication systems under the influence of external factors on the quality of their functioning

Шевцов А.Н., Щитов А.Н., Коптев Д.С.
Юго-Западный государственный университет
Shevtsov A.N., Shchitov A.N., Koptev D.S.
Southwestern State University

Аннотация. *Стратегия всемирного развития общества – информационное общество. Это означает информатизацию различных сфер общественной жизни и экономической деятельности. Что в свою очередь характеризуется повышенной востребованностью обладания информацией в определенное время, увеличения ее объема, сокращения времени передачи и получения. Приоритетным направлением развития современной теории и техники передачи информации является исследование и разработка телекоммуникационных систем, в частности, радиосистем подвижной связи - сотовой системы связи, наиболее динамично развивающейся отрасли инфраструктуры современного общества.*

Ключевые слова: *полосовой фильтр, антенно-фидерное устройство, система связи подвижной службы.*

Abstract. *The strategy of the world development of society is the information society. This means informatization of various spheres of public life and economic activity. That, in turn, is characterized by increased demand for information at a certain time, increasing its volume, reducing the time for delivery and receipt. The priority direction of the development of modern theory and technology of information transfer is research and development of telecommunication systems, in particular, radio systems of mobile communication - cellular communication system, the most dynamically developing branch of the infrastructure of modern society.*

Keywords: *bandpass filter, antenna-feeder device, communication system in-motion service.*

Современные мобильные сети связи сегодня занимают значимое место в жизни каждого. Такие сети предназначены для обеспечения подвижных и стационарных объектов привычной телефонной связью, также должны позволять передачу данных, и кроме того, предоставлять возможность выхода в глобальную сеть Интернет. Передача данных между подвижными абонентами резко расширяет их возможности, дает возможность надежно и оперативно получить необходимую информацию.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Мобильная связь имеет ряд преимуществ, самые значимые из которых:

- предоставление новых услуг конечному пользователю;
- снижение стоимости базовых услуг;
- непрерывный рост абонентов.

Многие годы услуги сотовой мольной связи были самым быстроразвивающимся сегментом Российского рынка. Сегодня количество пользователей сотовых сетей связи также непрерывно растет. Доля активных пользователей услуг мобильной связи в России по данным за 2005-2007 гг. существенно выросла и достигла 95,9 млн. чел. (65,7% населения страны). Количество мобильных телефонов в 2009 году достигло 136,8 млн. штук. Выручка от услуг сотовой связи в России в 2009 г составила 714,9 млрд. руб., снизившись на 7,7% по сравнению с 2008 годом. В 2011-2014 гг. рост выручки на рынке сотовой связи будет обусловлен восстановлением экономики, ростом абонентской базы и появлением новых услуг.

Средняя цена на базовые услуги мобильной связи продолжит падение. Однако это будет компенсироваться ростом мобильного трафика и развитием рынка дополнительных услуг.

Возможность обеспечения связи с подвижными объектами, наряду с сотовой мобильной связью, предоставляют транкинговые системы связи и спутниковые системы связи.

Однако, по всем характеристикам сотовая мобильная система связи на сегодняшний день во многом превосходит своих конкурентов. Учитывая тот факт, что это также наиболее стремительно развивающаяся система связи, можно сделать вывод, что «тенденция превосходства» еще долго сохранится.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Далее приведем краткое описание видов мобильной сухопутной радиосвязи.

Понятие системы связи с подвижными объектами

Системами мобильной или подвижной радиосвязи называются телекоммуникационные системы, использующие в качестве канала связи радиоканал и предусматривающие использование нестационарных пользовательских терминалов. Как правило, они имеют радиальную или радиально зоновую (сотовую) структуру сети и могут использовать как симплексные, так и дуплексные каналы связи. При этом предполагается, что сама система может использовать для своих служебных нужд и управления коммутируемые и выделенные проводные линии электросвязи и оборудование стационарных систем телефонной связи общего пользования (ТфОП) – PSTN (Public Switched Telephone Network).

В связи с большим количеством различных по функциональному составу и назначению систем мобильной связи в международной трактовке для обобщенной классификации используется термин «система связи подвижной службы (ССПС)».

Система связи подвижной службы общего пользования является двухуровневой составной телекоммуникационной сетью, включающей систему мобильной радиосвязи PMR (первый уровень) и телефонную сеть общего пользования – PSTN (второй уровень).

Двухуровневая телекоммуникационная сеть обеспечивает функции коммутации и распределения информации в каждой из составных частей. Структура сети представлена на рисунке 1.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

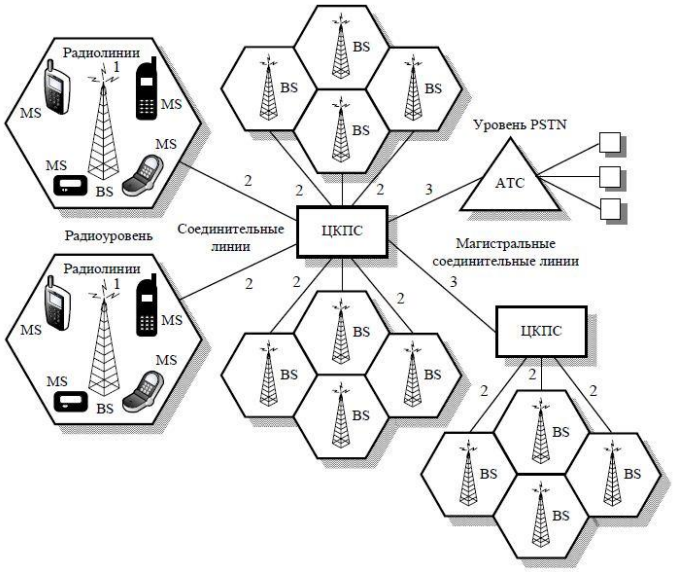


Рисунок 1. Составная двухуровневая телекоммуникационная сеть.

В соответствии с рисунком 1, участки «1» составной сети являются радиолиниями, образованными между мобильными станциями (МС) и базовыми станциями (БС). Участки «2» сети представляют многоканальные соединительные линии между BS и центром коммутации подвижной службы (ЦКПС). Участки «3» сети являются магистральными соединительными линиями (МСЛ) между радиоуровнем и телефонной сетью общего пользования PSTN.

Множество базовых станций, размещаемых по всей зоне обслуживания системы, позволяет обеспечивать устойчивую радиосвязь любого мобильного абонента радиоуровня, в какой бы точке зоны обслуживания он не находился, с другим мобильным абонентом или с абонентом фиксированной сети PSTN через ЦКПС. Таким образом, ЦКПС выполняет роль автоматического радиокросса, обеспечивающего коммутацию между собой различных мобильных станций в зоне обслуживания, коммутацию МС с абонентскими телефонными аппаратами сети, а также выход на ЦКПС других зон обслуживания.

Участки «1» составной сети могут рассматриваться как линии с кратковременным занятием. Такие линии в процессе установления связи могут

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

вести себя как исправные, но из-за переходов в состояния плохого качества они не могут использоваться для дальнейшего обслуживания разговоров. Переходы линий радиосвязи в различные состояния и эквивалентны потерям вызовов.

Участки «2» составной сети могут строиться на основе линий радиорелейной связи, волоконно-оптических линий связи и кабельных линий связи. Процессы коммутации и распределения каналов связи на участках «1» и «2» могут рассматриваться как процессы установления транзитной связи между мобильными станциями МС и ЦКПС через базовые станции БС.

Участки «3» составной сети формируются на основе выделенных каналов фиксированной сети PSTN. Процессы распределения каналов в магистральных соединительных линиях рассматриваются как предоставление свободных линий связи для обслуживания транзитных разговоров между абонентами МС и абонентами сети PSTN в требуемые моменты времени.

Транкинговые мобильные радиосистемы

Одной из разновидностей систем подвижной радиосвязи является транкинговая связь. Транкинговые системы радиосвяз (ТСР) также называются профессиональными системами связи подвижных абонентов с абонентами телефонных сетей общего пользования PAMR (Public Access Mobile Radio).

Транкинговые радиосистемы строятся на основе использования базовых радиоретрансляционных управляющих пунктов (сайтов), размещаемых в определенных точках территорий с целью обеспечения электромагнитного покрытия зоны обслуживания – рисунок 2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

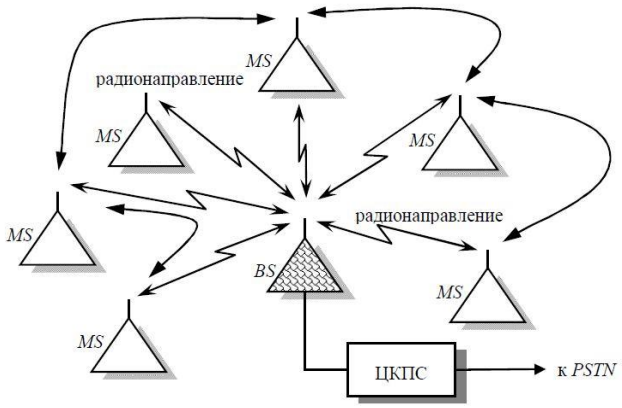


Рисунок 2. Организация радиосвязи в транкинговых системах

Максимальные расстояния связи (радиусы) между сайтом и мобильной станцией МС должны обеспечивать уверенную связь в зоне обслуживания. Сайтовый ретранслятор по заявке МС представляет ей голосовой канал (рабочую частоту). Заявки на радиосвязь могут поступать одновременно от нескольких МС, поэтому сайтовый ретранслятор включает несколько свободнодоступных радиоканалов (рабочих частот), составляющих канальную базу системы.

Транкинговые системы радиосвязи являются развитием систем низовой полудуплексной радиосвязи и по ряду признаков могут быть соотнесены с сотовыми системами связи. В отличие от обычных систем с постоянно закрепленными частотными каналами в ТСР применяется динамическое распределение каналов.

Термин «транкинг», принятый в сфере профессиональной радиосвязи, означает метод свободного доступа большого числа абонентов к ограниченному числу каналов (пучку, стволу или, по зарубежной терминологии, – транку). Поскольку в какой-либо момент времени не все абоненты активны, необходимое число каналов значительно меньше общего числа абонентов.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Основным принципом организации связи в транкинговых системах является создание радиосетей или разговорных групп.

Разговорные группы формируются по принципу общей заинтересованности пользователей в поступающей информации. Таким образом, разговор одной пары абонентов могут слышать все абоненты этой радиосети, имеющие соответствующий доступ. Это позволяет существенно сократить расход рабочих частот и достичь наиболее полного использования выделенного диапазона.

Когда радиоабонент транкинговой системы осуществляет вызов, система назначает ему один из имеющихся свободных каналов. При этом статистика активности обычно такова, что небольшого количества выделенных каналов достаточно для обслуживания значительного числа абонентов. В отличие от обычных систем радиосвязи, ТСР характеризуются следующими признаками:

- экономное использование радиоспектра;
- наличие одной или нескольких базовых радиостанций и системы управления;
- возможность выхода в другие сети, в частности в телефонную сеть общего пользования;
- увеличение зоны обслуживания путем создания многозоновой сети;
- передача данных и телеметрической информации;
- множество сервисных возможностей.

Перечисленные выше признаки характерны и для сотовых систем связи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Однако в отличие от сотовых, транкинговые системы в первую очередь ориентированы на задачи, связанные с оперативным управлением. Список потребителей здесь чрезвычайно широк – подразделения железных и автомобильных дорог, предприятия энергетического комплекса, администрации всех уровней, учреждения городского хозяйства, правоохранительные органы, отряды МЧС, коммерческие структуры и т.д.

При нарушении связи в разговорных группах вследствие воздействия помехи разговорный канал автоматически заменяется на новый. Это обуславливает необходимость введения быстрой электронной перестройки MS. Для вызова требуемого абонента используются специальные адресные сигналы (цифровые последовательности), которые передаются по управляющему каналу.

Транкинговые системы строятся на основе как аналоговых (MPT 1317, MPT 1327, MPT 1343, MPT 1347), так и цифровых стандартов (ETS 300.392, ETS 300.394), более известных под аббревиатурой общеевропейского стандарта TETRA (англ. Trans European Trunken Radio). Стандарты этой серии обеспечивают передачу речевых сообщений в цифровой форме, используя временное разделение каналов. Передача осуществляется со скоростью до 28,8 кбит/с. Стандарты предусматривают опознавание абонента и организацию прямой связи между абонентами без участия базовой станции.

Различают системы с последовательным (сканирующим) поиском свободного канала и системы с выделенным каналом управления. Основным недостатком сканирующих транкинговых систем является значительное время установления связи и, в связи с этим, малое количество каналов (обычно до 10).

К другим недостаткам можно отнести не систематическую связь с абонентами из-за наличия теневых участков в зоне электромагнитного покрытия.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Современные транкинговые системы, как правило, обеспечивают различные типы вызова (групповой, индивидуальный, широковещательный), допускают приоритетные вызовы, имеют доступ к ТфОП, обеспечивают возможность передачи данных и режим прямой связи между абонентскими станциями (без использования канала БС).

Сравнивая сотовые и транкинговые системы, необходимо отметить, что при внешней структурной схожести они существенно отличаются по ряду функциональных особенностей и системных возможностей. Если первые ориентированы на потребителей обычных телефонных услуг и окупаются в регионах с высокой плотностью населения (порядка тысячи и более абонентов в зоне), то вторые, прежде всего, являются средством оперативной и производственно-технологической связи и рентабельны при на порядок меньшем числе абонентов.

Для более полного представления о функциональных возможностях ТСР перечислим основные типы вызовов, поддерживаемые большинством стандартных протоколов:

- индивидуальный вызов для связи между двумя абонентами;
- групповой вызов для связи между несколькими абонентами одновременно;
- вещательный вызов для предварительно выбранной группы, когда абоненты могут только слушать сообщение, но не могут отвечать;
- конференц-вызов для подключения к разговору третьего абонента во время разговора двух абонентов;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- переадресация вызова: вызовы, адресованные абоненту, автоматически переадресуются заранее назначенному третьему абоненту;

- приоритетный вызов применяется для сокращения времени ожидания при занятости системы; такие вызовы обслуживаются вне общей очереди;

- срочный (аварийный) вызов имеет наивысший приоритет, связь устанавливается немедленно путем прерывания уже установленных соединений;

- статусная связь – посылка коротких текстовых сообщений любому другому абоненту или диспетчеру;

- передача блоков данных применяется для связи между компьютерами или другими системами обработки цифровой информации;

- диспетчерская связь – вызовы на специально сконфигурированные диспетчерские пульты;

- исходящие и входящие вызовы для абонентов телефонной сети обеспечивают взаимодействие радиоабонентов с абонентами ведомственной сети или сетью общего пользования.

Благодаря перечисленным особенностям транкинговые системы заняли самостоятельную нишу на рынке оборудования средств радиосвязи. Многие ведущие фирмы – Motorola, Nokia, Ericsson и др. – наряду с обычными

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

радиостанциями производят также и сотовое, и транкинговое оборудование, ориентированное на соответствующие секторы этого рынка.

Цифровые транкинговые системы предоставляют своим пользователям ряд преимуществ перед аналоговыми системами.

- Конфиденциальность переговоров. Применение криптостойких алгоритмов скремблирования позволяет обеспечить гарантированную защиту от прослушивания информации, что очень важно для большинства пользователей транкинговой связи. При этом в отличие от аналоговых методов шифрования, качество восстановленного сигнала не ухудшается.

- Эффективное использование радиочастотного спектра. Применение низкоскоростных кодеров речи (вокодеров) в сочетании с методами цифровой модуляции и цифровыми технологиями множественного доступа позволяет по сравнению с аналоговыми системами более эффективно использовать полосу частот.

- Помехоустойчивая ретрансляция сигналов. В аналоговых системах промежуточные ретрансляторы усиливают радиосигнал, но не «очищают» его от помех канала. В результате при многократной ретрансляции шумы накапливаются, и качество сигнала значительно ухудшается. Наоборот, в цифровых ретрансляторах происходит восстановление сигнала, в результате чего качество связи практически не зависит от размеров зоны обслуживания.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- Эффективная передача данных. При передаче данных по цифровым каналам нет необходимости в применении специальных модемов.

В настоящее время выпускается целый ряд цифровых транкинговых систем. Однако наибольшие перспективы связываются с применением стандарта TETRA.

Спутниковые системы подвижной связи

Принцип действия систем спутниковой связи основан на использовании промежуточного спутникового ретранслятора (СР), через который обеспечивается связь между земельными станциями (ЗС), показан на рисунке 3.

В зависимости от назначения спутниковой системы связи (ССС) связываемые пункты могут быть расположены на поверхности Земли, в атмосфере или космосе. В каждом из этих пунктов устанавливается обычно приемно-передающая связная радиостанция (одноканальная или многоканальная), а на спутниках — СР, принимающие радиосигналы от одних абонентов и ретранслирующие эти сигналы другим абонентам. В простейшем случае ретрансляция сводится к усилению мощности входных сигналов и переносу их спектров на другие несущие частоты.

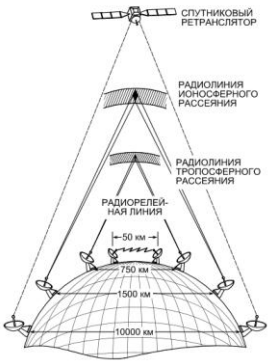


Рисунок 3. Организация спутниковой связи

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Однако в ряде спутниковых систем в СР производится более сложная обработка сигналов, чтобы уменьшить перекрестные помехи между сигналами от различных спутниковых систем связи и повысить помехоустойчивость системы. В общем случае для обеспечения качественной связи между всеми пунктами (абонентами), СР приходится размещать на нескольких спутниках, вращающихся на различных орбитах.

В зависимости от типа ЗС различают следующие службы радиосвязи:

1) фиксированную спутниковую службу, соответствующую режиму радиосвязи между ЗС, расположенных в фиксированных пунктах при использовании одного или нескольких спутников;

2) подвижную спутниковую службу, соответствующую режиму радиосвязи между подвижными ЗС при использовании одного или нескольких спутников;

3) радиовещательную спутниковую службу, соответствующую режиму циркулярной радиосвязи.

Особенностью большинства систем подвижной спутниковой связи является маленький размер антенны терминала, что затрудняет прием сигнала. Для того чтобы мощность сигнала, достигающего приемника, была достаточной, применяют одно из двух решений.

1) Спутники располагаются на геостационарной орбите. Поскольку эта орбита удалена от Земли на расстояние 35786 км, на спутник требуется установить мощный передатчик. Этот подход используется системой Inmarsat (основной задачей которой является предоставление услуг связи морским судам) и некоторыми региональными операторами персональной спутниковой связи (например, Thuraya).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

2) Множество спутников располагается на наклонных или полярных орбитах. При этом требуемая мощность передатчика не так высока, и стоимость вывода спутника на орбиту ниже.

Однако такой подход требует не только большого числа спутников, но и разветвленной сети наземных коммутаторов. Подобный метод используется операторами Iridiun и Globalstar.

Операторы спутниковой персональной связи – Globalstar и Iridium конкурируют с операторами сотовой связи.

Имея более чем 315000 абонентов (по данным на июнь 2008 г.), «Глобалстар» является крупнейшим в мире поставщиком мобильной спутниковой связи и передачи данных. «Глобалстар» предлагает свои услуги для рекламных и развлекательных пользователей в более чем 120 странах по всему миру.

Продукты компании включают мобильные и фиксированные спутниковые телефоны, модемы спутниковых данных симплекса и дуплекса и пакеты спутникового эфирного времени.

В конце 2007 года дочерняя компания ООО «Globalstar SPOT» запустила портативный обмен спутниковыми сообщениями и отслеживание личных устройств безопасности, известное как «SPOT Satellite Messenger». Многие из наземных и морских отраслей используют различные товары и услуги «Глобалстар» в отдаленных районах за пределами досягаемости сотовой и фиксированной телефонной связи.

Разработка данных «Глобалстар» используется для различных активов и ведения личных данных, мониторингов и «диспетчерского управления и сбора данных».

Спутники «Глобалстар» являются ретрансляторами с прямой ретрансляцией. Сеть наземных шлюзовых станций обеспечивает возможность

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

подключения от 40 спутников к коммутируемой телефонной сети общего пользования и Интернету; пользователю присваивается номера телефонов в соответствии с Североамериканским планом нумерации или соответствующим для страны планом телефонной нумерации, в которой есть роуминг, за исключением Бразилии, где используется официальный международный телефонный код «Глобалстар» (+8818).

В связи с отсутствием межспутниковой связи, спутники должны иметь выход к станции в целях предоставления услуг для всех пользователей, которых она может распознать.

Использование сети наземных шлюзов предоставляет клиентам локализованные региональные телефонные номера для мобильных телефонов спутниковой связи. Но если нет станций приема сигнала в некоторых удаленных районах(таких как районы южной части Тихого океана и полярных регионов), сервис не может быть предоставлена в этих о районах, даже если спутники летают над ними.

Система «Глобалстар» использует радиоинтерфейс Qualcomm CDMA, однако, Ericsson и Telit Телефоны принимают стандарт GSM SIM-карт, в то время как Qualcomm GSP-1600/1700 телефоны не имеют SIM-карты, но используют алгоритм проверки подлинности основанный на CDMA/IS-41.

Большинство провайдеров «Глобалстар» имеют роуминговые соглашения с местными операторами сотовой связи, что позволяет использовать сотовые карты SIM в телефонах и наоборот.

Сети мобильной сотовой радиосвязи

Свое название сотовые сети связи получили в соответствии с сотовым принципом организации связи, основе которой которой лежит сотовая сеть. Основной принцип построения систем мобильной сотовой радиосвязи – повторное использование частот на относительно небольших расстояниях, что

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

определяет эффективное использование выделенного частотного радиодиапазона и высокую емкость системы.

Для обеспечения этого принципа вся территория делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций, в каждой из которых используется своя частота. А через несколько ячеек, благодаря невысокой мощности сигнала, полосы частот повторяются без взаимного влияния.

Это оказывается выгодным для повышения емкости системы, поскольку позволяет при ограниченной общей полосе частот охватить системой сколь угодно большую зону обслуживания.

Совокупность всех сот образует сотовую сеть связи. Структура сотовой мобильной связи представлена на рисунке 4.

Разделение обслуживаемой территории осуществляется на основании расчета параметров распространения сигнала для конкретного района.

Каждая сота обслуживается своим передатчиком с невысокой выходной мощностью и ограниченным числом каналов связи, что позволяет без помех использовать повторно частоты каналов этого передатчика в другой, удаленной на значительное расстояние, ячейке.

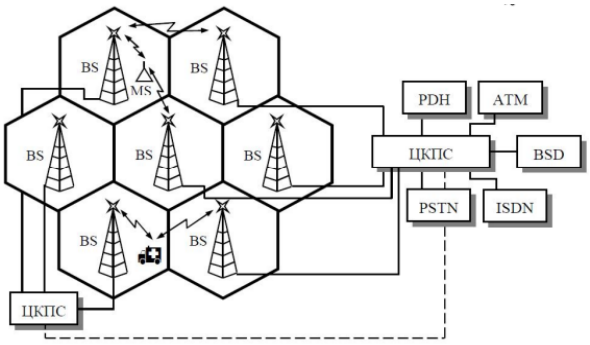


Рисунок 4. Основные составляющие систем сотовой связи

Ячейки изображаются схематически в виде равновеликих правильных шестиугольников. В центре каждой соты находится своя базовая станция,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обслуживающая, в пределах ячейки, все подвижные станции – абонентские радиотелефонные аппараты.

Во всех случаях передача информации в сетях сотовой связи обеспечивается от абонентских терминалов путем ретрансляции через базовую станцию той соты, в которой данный абонентский терминал размещается во время сеанса связи. Если надо установить соединение между двумя абонентскими терминалами, расположенными в разных сотах, то осуществляется ретрансляция через обе базовые станции этих сот.

В действительности ячейки никогда не бывают строгой геометрической формы. Реальные границы ячеек имеют вид неправильных кривых, что обусловлено условиями распространения и затухания радиоволн, такими как рельеф местности, характер и плотность растительности и застройки и подобными факторами.

Более того, границы сот вообще не являются четко определенными, так как рубеж передачи обслуживания подвижной станции из одной ячейки в соседнюю может в некоторых пределах смещаться с изменением условий распространения радиоволн и в зависимости от направления движения подвижной станции. Точно так же и положение базовой станции лишь приближенно совпадает с центром ячейки. Если же на базовых станциях используют направленные антенны, то базовые станции фактически оказываются на границах ячеек.

Для централизованного управления системой все базовые станции системы замыкаются на центр коммутации подвижной службы (ЦКПС), у которого имеется выход в телефонную сеть общего пользования PSTN.

К недостаткам сотовых систем относятся существенное увеличение количества каналов радиосвязи и сложности оборудования и инфраструктуры, обеспечивающей связь системы со стационарной телефонной сетью. Поскольку

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

все коммутации в сотовых системах связи обеспечиваются с помощью ЦКПС, то надежность его работы будет определять надежность работы всей системы.

Достоинствами сотовой системы мобильной связи являются высокое качество каналов с мобильными абонентами независимо от того, в какой точке территории они находятся, а также возможность создания больших зон обслуживания. Наращивание количества сот позволяет теоретически неограниченно расширять площадь зоны обслуживания.

Выводы. Существующие на данный момент системы связи с подвижными объектами: ни транкинговые, ни спутниковые – не могут предоставить абоненту того многообразия услуг, как сети сотовой связи, но они могут быть альтернативой по некоторым направлениям. Транкинговая радиосвязь является средством оперативной и производственно-технологической связи и не рассчитана на потребителей обычных телефонов. Прием сигнала абонентского терминала в спутниковой системе связи затруднителен из-за маленького размера антенны. Таким образом, размер абонентского терминала достаточно большой в сравнении с абонентским терминалом сотовых систем связи. Спектр предоставляемых услуг значительно ниже, а их стоимость выше. Преимущество спутниковой связи с подвижными объектами в том, что она предоставляет доступ к передаче голоса и данных из практически любого населенного района мира.

Уравнение энергетического баланса, как основа построения сотовой мобильной связи

Для оценки влияния внешних воздействий на систему сотовой мобильной связи воспользуемся классическим уравнением энергетического баланса радиолинии (1).

$$Э_п = P_{пер} + тA_{пер} + тA_{пр} - W_{ам} - W_{аб} - W_t - ЭФ - P_{ипр} \quad (1)$$

где $P_{пер}$ – мощность передатчика МС (БС), Вт;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$тА_{пер}$ – коэффициент усиления антенны передатчика МС (БС);

$тА_{пр}$ – коэффициент усиления антенны приемника БС (МС);

$W_{ам}$ – потере в антенном блоке (фидере) МС;

$W_{аб}$ – потери в антенном блоке (фидере) БС;

$W_t = W_{св} + W_р + W_з$ – затухание сигнала на интервале передачи от МС к БС и наоборот;

$W_{св}$ – затухание сигнала в свободном пространстве;

$W_р$ – затухание сигнала за счет расхода мощности;

$W_з$ – затухание сигнала за счет многолучевого распространения радиоволн;

ЭФ – энергетические потери в функциональных элементах МС и БС – радиоприемных и радиопередающих блоках, вызванные неидеальностью характеристик технических средств;

$Р_{ипр}$ – предельная чувствительность приемника, при которой он еще работает с заданным качеством.

Под энергетическим балансом понимают уравнение, в левой части которого присутствует наперед заданная величина энергетического потенциала линии, обеспечивающей заданные достоверности передачи и приема информации, а в правой части вся совокупность энергетического выигрыша и энергетических потерь в системе приема-передачи информации.

От затрат на достижение необходимого энергетического потенциала зависит и стоимость данной линии связи и ее технико-экономическая эффективность.

Следует отметить, что реальные комплексы систем мобильной связи включают в свой состав существенное количество блоков и узлов, функционирующие по определенному алгоритму. Подавляющее число этих узлов обладает параметрами, отличающимися от идеальных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Это обстоятельство обусловлено задаваемыми ограничениями на стоимостные показатели системы, при которых достижение параметров, близких к идеальным сопряжено с существенными материальными затратами. Неидеальность параметров узлов приводит к снижению выходного отношения сигнал/шум при приеме и демодуляции сигналов.

Адекватным следствием уменьшения сигнал/шум являются эквивалентные энергетические потери. Эти потери определяются таким необходимым дополнительным увеличением отношения сигнал/шум на входе узла, чтобы была достигнута такая вероятность ошибки на символ, которая была бы в случае применения узла с идеальными параметрами.

Анализ уравнения энергетического баланса показывает, что одной из основных причин снижения отношения сигнал/шум из-за неидеальностей параметров узлов является эквивалентные энергетические потери в приемной части систем мобильной связи.

В связи с этим возникает задача изыскания приемлемых путей уменьшения эквивалентных энергетических потерь при передаче информации с МС к БС или наоборот. При этом основными направлениями являются:

– проведение изысканий по уменьшению эквивалентных потерь в функциональных элементах: аналого-цифровых преобразователях, цифро-аналоговых преобразователях, кодерах, декодерах, демодуляторах, и т.п., а для уменьшения затухания в свободном пространстве.

– уменьшение радиуса соты мобильной системы связи.

Это особенно актуально в современных условиях повышения скоростей передачи информации и перехода на новые виды модуляции — необходимо повышать качество приемо-передающей системы, что в свою очередь улучшает соотношение сигнал/шум.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Пути увеличения мощности передающей стации неприемлимы вследствие жестких требований к электромагнитной совместимости множества работающих станций. Применение антенных систем с обработкой сигнала позволяет существенно повысить отношение сигнал/шум, однако это связано с существенными материальными затратами и не может быть применено в системах МС.

Одним из рациональных путей повышения отношения сигнал/шум является уменьшение потерь в демодуляторе и радиоприемном устройстве путем нахождения комбинации компонентов (узлов) таким образом, чтобы улучшить показатели сигнал/шум при минимально достижимых ЭЭП.

Возможно применение очень дорогостоящих малошумящих компонентов, что заметно повышает отношение сигнал/шум. Но это, в свою очередь, приведет к увеличению цены и не является оптимальным решением с точки зрения технико-экономических показателей. Другой вариант – это комбинирование внутренних элементов относительно показателя цена/шум, что уменьшает ЭЭП при минимальном увеличении цены устройства. Именно второй вариант и является оптимальным.

Факторы, влияющие на качество функционирования сотовой мобильной связи

Качество функционирования сетей связи непрерывно связано с особенностями построения линий связи. В качестве линии связи любого радиоканала используется естественная среда распространения радиоволн, т.е. пространство между передающими и приемными антеннами радиостанций.

При формировании радиолиний в системах мобильной связи используется, как правило, диапазон ультракоротких волн (УКВ), включающий метровые волны (ОВЧ), дециметровые волны (УВЧ) и сантиметровые волны (СВЧ).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Радиоволны этих диапазонов не имеют свойств ионосферного отражения. Механизмом передачи энергии сигналов является электромагнитное поле, распространяющееся прямолинейно. При связи между наземными объектами радиоволны распространяются вдоль поверхности земли (земные волны).

Ввиду непосредственного приближения антенн к земле в наземных терминалах средой распространения радиоволн служит нижняя часть атмосферы земли – тропосфера. Тропосфера в непосредственной близости от земли отличается постоянством параметров диэлектрической проницаемости $\varepsilon_{тр}$ и удельной проводимости $\sigma_{тр}$, причем, $\varepsilon_{тр}$ в нижнем слое, непосредственно примыкающим к земле, приближается к диэлектрической проницаемости свободного пространства (вакуума) равной 8,85 10^{-12} Ф/м.

Это обуславливает постоянство коэффициента преломления радиоволн птр в тропосфере на протяжении трассы радиосвязи:

$$n_{тр} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{тр}}{\varepsilon_0}} = 1{,}003 \qquad (2)$$

где $\varepsilon_{тр}$ – диэлектрическая проницаемость тропосферы, Ф/м;

ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума, Ф/м.

Приземный слой тропосферы практически не оказывает влияния на прямолинейность коротких траекторий трасс радиосвязи. В настоящее время наиболее широко в мобильной связи используется диапазон УКВ, важными достоинствами используемых радиочастотных спектров которого являются:

- большая частотная емкость, позволяющая создавать значительное количество каналов радиосвязи с достаточно широкими полосами частот:

$$N_f = \frac{f_{max} - f_{min}}{\Delta f_k} \qquad (3)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

где N_f – количество рабочих частот (каналов связи);

f_{max}, f_{min} – минимальная и максимальная несущие частоты используемого диапазона, Гц;

Δf_k – ширина полосы частот, выделяемый компанией-оператором или используемым стандартом на один канал радиосвязи, Гц.

– возможность применения стандартных помехоустойчивых видов работы (телефон, передача данных) с классами сигналов F3, F1, F9, что позволяет передавать цифровые сообщения со скоростью от 1200 до 3600 бит/с;

– отсутствие влияния атмосферных помех и аддитивных сосредоточенных помех дальних УКВ радиостанций.

Используемым диапазонам свойственны следующие недостатки:

1) существенные затухания сигналов на трассах радиосвязи, достигающие от 140 до 160 дБ;

2) значительные колебания уровней радиосигналов при движении объектов с глубиной замираний от 100 до 120 дБ;

3) воздействие взаимных помех, создаваемых радиостанциями мобильной системы связи, при одновременной работе в ограниченном объеме пространства;

4) воздействие сосредоточенных помех других связных излучающих систем, работающих в ближней зоне электромагнитного взаимодействия (радиорелейные, радиолокационные, телевизионные станции), а также не связных излучающих объектов (рентгеновское оборудование, сварочные аппараты т.п.)

Основными помехами естественного происхождения являются шумы приемника, атмосферные шумы, образующиеся электрическими разрядами во

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

время гроз. Мешающее воздействие могут создавать статическое электричество, космические и солнечные шумы.

При анализе и синтезе систем связи эти помехи рассматриваются как аддитивный белый гауссовский шум. Модель канала с аддитивным шумом показана на рисунке 5. Параметр α характеризует затухание сигнала в канале.

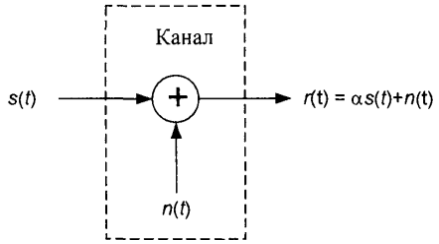


Рисунок 5. Канал с аддитивным шумом

Следует отметить внутрисистемные (соканальные) помехи, обусловленные одновременной работой в одной полосе частот нескольких станций (например, абоненты, работающие на одной частоте в соседних кластерах, или БС соседних сот сети IS-95).

Серьезные проблемы, возникающие при построении систем мобильной радиосвязи, связаны не только с воздействием отмеченных помех, но и со специфическими условиями функционирования системы мобильной радиосвязи:

- зоной действия системы мобильной связи являются города и пригороды с различной плотностью и характером застройки, интенсивностью движения транспорта, типом подстилающей поверхности;
- МС, как правило, находится вне прямой радиовидимости БС;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- сигнал в точку приема поступает в результате многолучевого распространения;
- движение МС приводит к появлению доплеровского сдвига частоты.

Следствиями отмеченных факторов являются более резкое по сравнению со свободным пространством затухание сигналов в зависимости от расстояния, а также значительные перепады принимаемой мощности за счет изменения многолучевой интерференционной картины при перемещении АТ – замирания сигналов.

Многолучевой характер распространения радиоволн

Из всех факторов, влияющих на качество функционирования сотовых сетей связи особое место занимает многолучевость — явление при котором сигнал в точке приема образуется в результате интерференции радиоволн, поступающих по различным путям распространения. Это является основным источником потерь.

Каждая радиоволна характеризуется своими параметрами: временем распространения, доплеровской частотой, амплитудой. Математически это может быть записано в виде:

$$S(t) = \sum_{i=1}^{N_\alpha} \sum_{j=1}^{M_i} C_{ij} \cos[\omega_i (t - T_{ij}) + \omega_i T_{ij}] \quad (4)$$

В этом выражении *i* радиоволна с углом прихода *αi* (*i* равно от 1 до N_α) входит в качестве составляющей в композицию из M_i радиоволн с временем задержки T_{ij}, определяемым длиной соответствующей трассы распространения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

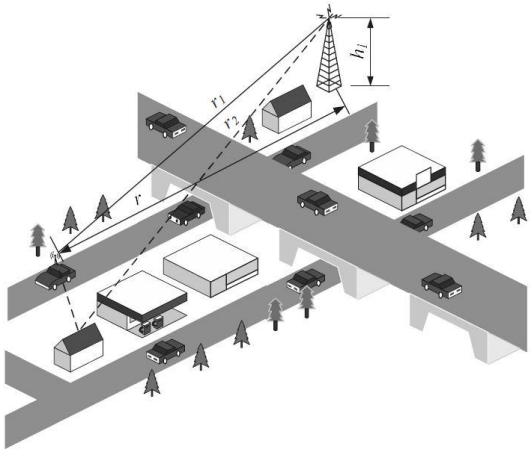


Рисунок 6. Иллюстрация эффекта многолучевости

Доплеровский частотный сдвиг каждой радиоволны определяется скоростью перемещения МС и углом прихода:

$$\omega_i = \frac{2\pi V}{\lambda} \cos \alpha_i \quad (5)$$

Амплитудные множители C_{ij} определяются энергией каждой составляющей.

При изменении условий распространения, положения и свойств отражающих объектов интерференционная картина становится нестационарной, что приводит к колебаниям уровня мощности принимаемого сигнала. Это может происходить даже когда МС неподвижна. Однако основной причиной изменения мощности является движение МС.

При перемещении МС одновременно происходят два процесса:

- изменения фазовых соотношений между радиоволнами из которых складывается результирующий сигнал, при сохранении путей распространения этих радиоволн;
- изменение путей распространения радиоволн (точек переотражения).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Оба процесса приводят к изменению уровня огибающей результирующего сигнала (замираниям), однако характер этих изменений существенно различен.

Если записать принятый МС сигнал с выделенными результирующей огибающей r(t) и полной фазой φ(t):

$$s(t) = r(t)\cos[\varphi(t)] \quad (6)$$

то огибающую можно представить в виде произведения:

$$r(t) = m(t)r_0(t), \quad (7)$$

где первый сомножитель $m(t)$ отражает медленные изменения, связанные с изменением путей распространения радиоволн, а второй – $r_0(t)$ быстрые изменения, связанные с изменением фазовых соотношений.

Медленные замирания

Медленные замирания имеют место при перемещении абонентского терминала на значительные расстояния (много больше 10λ). При таком перемещении МС практически полностью изменяются пути прохождения радиоволн. По существу медленные замирания представляют собой колебания среднего уровня сигнала при перемещении МС, на которое накладываются быстрые замирания, вызванные многолучевостью.

Общепринятой моделью для медленных замираний является логарифмически-нормальный закон распределения :

$$W(r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma r}\exp[-\frac{(\ln r - a)^2}{2\sigma^2}], r > 0 \quad (8)$$

где r – амплитуда сигнала;

a и σ^2 – параметры, характеризующие средний уровень амплитуды и глубину замираний соответственно.

Глубина медленных замираний составляет обычно 10дБ в городских условиях и 6дБ в пригороде. При скорости передвижения МС равной 60 км/ч

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

интервал медленных замираний составляет от 1 до 2 с для систем, работающих в диапазоне 900 МГц.

Быстрые замирания

Быстрые замирания непосредственно связанны с многолучевым распространение сигналов.

При большом числе трасс распространения в соответствии с центральной предельной теоремой компоненты электромагнитного поля могут приближенно считаться гауссовскими случайными процессами. В этом случае плотность распределения вероятностей мгновенных значений огибающей принимаемого сигнала описывается законом Релея-Райса:

$$W(r) = \left(\frac{r}{\sigma^2}\right) \exp\left[-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right] \exp(-Q_0 I_0(\frac{r}{\sigma}\sqrt{2}Q_0)),\ r \geq 0 \tag{9}$$

где Q_0 – отношение мощности прямого (не флуктуирующего) сигнала к средней мощности флуктуаций;

σ^2 – средняя мощность или дисперсия флуктуаций сигнала;

I_0 – модифицированная функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Если МС находится вне прямой видимости БС, то Q_0 равно 0 и плотность распределения вероятностей мгновенных значений огибающей описывается законом Рэлея:

$$W(r) = \left(\frac{r}{\sigma^2}\right) \exp\left[-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right],\ r \geq 0 \tag{10}$$

Функция распределения вероятностей при этом определяется выражением:

$$P[r \leq R_0] = \int_0^{R_0} W(r)dr = 1 - \exp(-\frac{{R_0}^2}{2\sigma^2}) \tag{11}$$

На рисунке 7 показан вид распределения вероятностей Рэлея.

Распределение имеет максимум при $r = \sigma$. Среднее значение (математическое ожидание) $\bar{r}$ равно σ π/2, а медиана r_m равна $\sigma\sqrt{2}ln2$.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При многолучевом распространении результирующий сигнал может быть как выше, так и ниже среднего значения. Асимметрия распределения приводит к тому, что значения, меньше среднего, более вероятны, чем значения, большие среднего.

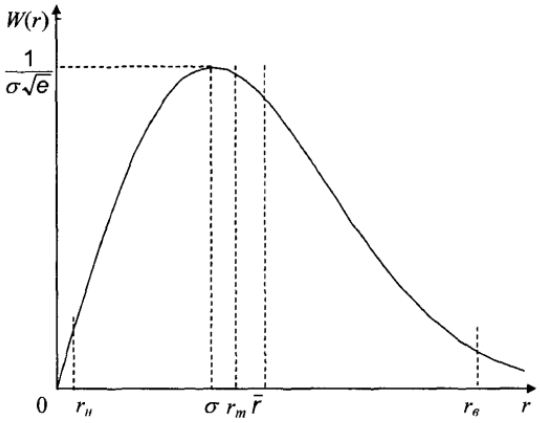


Рисунок 7. Закон распределения вероятности Рэлея

Для оценки возможного диапазона изменения уровня сигнала нужно задать граничное значение вероятности P_0 попадания мгновенных значений огибающей за пределы указанного отрезка:

$$\begin{cases} P[r \le r_{\text{н}}] = 1 - \exp(-\frac{{r_{\text{н}}}^2}{2\sigma^2}) \le P_0 \\ P[r \le r_{\text{в}}] = 1 - \exp(-\frac{{r_{\text{в}}}^2}{2\sigma^2}) \le P_0 \end{cases} \quad (12)$$

Отсюда можно получить граничные точки $r_{\text{н}}$ и $r_{\text{в}}$, задающие диапазон, за пределы которого значение огибающей выходит с вероятностью, не большей $2P_0$:

$$\begin{cases} r_{\text{н}} = \sigma\sqrt{-2\ln(1 - P_0)} \\ r_{\text{в}} = \sigma\sqrt{-2\ln(P_0} \end{cases} \quad (13)$$

Период быстрых замираний может быть оценен на основе коэффициента корреляции огибающей, характеризующего различие амплитуды сигналов на различных частотах в различные моменты:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

$$\rho(\Delta f, \Delta t) = \frac{\langle a_1 a_2 \rangle - \langle a_1 \rangle \langle a_2 \rangle}{\sqrt{[\langle a_1{}^2 \rangle \langle a_2 \rangle^2][\langle a_2{}^2 \rangle \langle a_1 \rangle^2]}} \quad (14)$$

где a_1 и a_2 – амплитуды сигналов на частотах f_1 и f_2, измеренные в моменты t_1 и t_2;

$\langle\ \rangle$ – усреднение по ансамблю.

Для определения коэффициента корреляции необходимо задать закон распределения задержки сигнала при распространении и закон распределения углов прихода отдельных радиоволн.

Хорошей аппроксимацией плотности распределения вероятностей задержек сигнала является экспоненциальное распределение:

$$W(T_з) = \frac{1}{T_m} \exp(-\frac{T_з}{T_m}),\ T \geq 0 \quad (15)$$

где $T_з$ – задержка сигнала, измеренная относительно кратчайшего пути;

T_m – среднеквадратическое отклонение времени задержки (время рассеяния).

Для углов прихода отдельных радиоволн общеупотребительным является равномерное распределение:

$$W(\alpha) = \frac{1}{2\pi},\ 0 \leq \alpha \leq 2\pi \quad (16)$$

При этом для коэффициента корреляции может быть получено следующее выражение:

$$\rho_r(\Delta f, \tau) = \frac{J_0{}^2(\beta d)}{1 + (2\pi\Delta f)^2 T_m{}^2} \quad (17)$$

где $\beta = 2\pi/\lambda$;

$d = V\,\tau$ – перемещение мобильной станции за время τ;

$J_0()$ – функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Таким образом, можно считать, что при перемещении МС на расстоянии порядка $\lambda/2$ принимаемые сигналы оказываются слабо коррелированными.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При этом пути распространения (точки переотражения) сигналов отдельных лучей остаются практически постоянными, а изменение фазовых соотношений приводит к изменению огибающей результирующего сигнала в больших пределах, т.е. к быстрым замираниям.

Период быстрых замираний примерно соответствует времени перемещения МС на расстояние λ/2. Например, для систем, работающих в диапазоне 900 МГц, при V равной 60 км/ч период флуктуаций составляет примерно 10 мс.

Одним из наиболее неприятных следствий быстрых замираний является появление пакетов ошибок, возникающих тогда, когда уровень огибающей сигнала падает ниже определенного порога. Вероятность появления и длина пакетов ошибок определяется частой выбросов (пересечения уровня) и длительностью замираний.

Для рэлеевских замираний частота N_{R_0} пересечения уровня R_0 может быть определена выражением:

$$N_{R_0} = \sqrt{2\pi} f_m \left(\frac{R_0}{\sqrt{2}\sigma}\right) \exp\left(\frac{{R_0}^2}{2\sigma^2}\right) \quad (18)$$

где $fm = V/\lambda$ – максимальная доплеровская частота.

Средняя длительность замираний ниже уровня R_0 при этом равна:

$$\langle T_{R_0} \rangle = \frac{1}{\sqrt{2\pi} f_m} \left(\frac{\sqrt{2}\sigma}{R_0}\right) \left[\exp\left(\frac{{R_0}^2}{2\sigma^2}\right)\right] \quad (19)$$

Частотно-селективные и временные селективные замирания

Излучаемые сигналы имеют определенную протяженность по времени (длительность) и частоте (ширину спектра). Если все спектральные составляющие сигнала замирают идентично и характеристики радиоканала не изменяются во времени, замирания называют гладкими.

На практике оба эти условия часто не выполняются. При этом возникают частотно-селективные и временно-селективные замирания.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Основной причиной частотно-селективных замираний является временное рассеяние вследствие многолучевого распространения. Разности фаз между компонентами одной и той же частоты, распространяющимися по разным путям, могут оказаться практически независимыми для разных частот спектра, так что одни гармоники в результате многолучевой интерференции могут усиливаться, а другие наоборот, подавляться.

Частотно-селективные замирания проявляются тогда, когда ширина спектра сигнала превышает полосу когерентности канала связи – интервал частот Вс, на границах которого замирания спектральных компонент характеризуются определенным пороговым значением коэффициента корреляции $\rho_r(\Delta f, 0)$.

$$\rho_r(\Delta f, 0) = \frac{1}{1+(2\pi\Delta f)^2 {T_m}^2} \quad (20)$$

При пороговом уровне корреляции 0,5 полоса когерентности B_c равна $1/(2\pi\, T_m)$. Значения величины T_m могут изменяться в довольно широких пределах (от 0,1 до 10 мкс). При типичном для городских условий значении T_m равно 2 мкс полоса когерентности B_c приближенно равна 80 кГц.

Частотно-селективные замирания во многом затрудняют работу сотовых мобильных сетей в следующих случаях:

- частотно-селективные замирания эквивалентны фильтрации с неравномерной амплитудно-частотной характеристикой и приводят к искажению спектра принимаемого сигнала, а значит, и его формы;

- если разнос по частоте прямого и обратного каналов системы мобильной радиосвязи превышает полосу когерентности (что характерно практически для всех систем сотовой радиосвязи), частотно-селективные замирания

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

приводят к асимметричности канала связи, что усложняет процедуру управления мощностью передатчиков МС и БС;

- частотно-селективные замирания сопровождаются растяжением принимаемых сигналов во времени, что может приводить к межсимвольной интерференции;

- частотно-селективные замирания требуют использования более сложных технических решений при построении системы.

Вместе с тем частотная селективность замираний имеет и определенные положительные стороны, а именно:

- в узкополосных системах, когда спектр сигнала целиком лежит в полосе когерентности канала, однако несущая может варьироваться в широких пределах, многократно превышающих полосу когерентности, появляется возможность найти частотный канал с меньшей глубиной замираний (это используется в системе GSM);

- в широкополосных системах, в которых спектр сигнала намного шире полосы когерентности канала (стандарт IS-95), глубокие замирания поражают малую часть спектра; соответственно, пропорционально меньше будут и потери от воздействия замираний.

При изменении характеристик радиоканала с течением времени возникают временные селективные замирания.

Основной причиной временных селективных замираний является доплеровское рассеяние – различие доплеровского сдвига частоты отдельных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

радиоволн при многолучевом распространении. Временные селективные замирания присутствуют всегда, когда есть движение мобильной станции и многолучевое распространение. В этом смысле они по существу являются синонимом быстрых замираний.

Временные селективные замирания проявляются, когда длительность информационных посылок превышает величину интервала когерентности канала связи Тсс – отрезка времени, на границах которого замирания характеризуются определенным пороговым значением коэффициента корреляции ρr(0,τ):

$$\rho_r(0,\pi) = J_0{}^2(\beta V_t) = J_0{}^2(2\pi f_m \tau) \quad (21)$$

при пороговом уровне корреляции 0,5Тсс приближенно равном $9/(16\pi\ f_m)$.

Например, при скорости движения 60 км/ч время корреляции составляет порядка 4 мс в диапазоне 900 МГц.

Селективные замирания как правило возникают в широкополосных системах (например, с сетях CDMA). При этом не происходит резких провалов огибающей, однако имеет место растяжение принимаемых сигналов по времени и межсимвольная интерференция.

Критерии качества системы сотовой мобильной радиосвязи

Целенаправленная разработка системы связи может осуществляться при условии наличия критериев эффективности ее функционирования. Основной задачей системы связи является обеспечение максимальной скорости передачи при высоком качестве функционирования и экономичности системы.

Под качеством функционирования при этом понимается минимизация потерь информации, что в конечном итоге трансформируется в обеспечение высокой верности передачи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Интенсивное развитие телекоммуникационных систем, в частности цифровых линий связи, использующих сигналы с многопозиционными видами модуляции, обуславливает необходимость опережающего совершенствования сотовых систем связи.

Основными особенностями приема цифровых сигналов существующих сотовых систем связи:

– критичность качества приема цифровых сигналов к искажениям электромагнитного поля, вызванного, многолучевостью распространения радиоволн в условиях городского радиоканала;

– низкое отношение сигнал/шум на входе приемного устройства, близкое к пороговым значениям;

– повышение скорости передачи информации за счет увеличения позиционности видов модуляции;

– расширение границ частотного диапазона.

Весьма важно максимально исключить потери информации на первичном уровне обработки, поскольку они в дальнейшем не могут быть восстановлены в полном объеме, что в итоге приведет к снижению общей эффективности.

Необходимо построить модель оценки интегрального показателя качества блока сотовой системы связи с экономическим показателем. При этом необходимо в первую очередь учитывать особенности тракта распространения радиоволн, а также результат применения многопозиционных видов модуляции.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Показатели качества обслуживания абонента отражают все основные аспекты взаимодействия конечного пользователя с сетью связи и услугой, как товаром, приобретаемым у оператора соответствующей сети.

Качество услуги связи – степень соответствия показателей, характеризующих потребительские свойства, требования пользователей, техническим требованиям к рабочим характеристикам сети.

Этапы использования услуги с точки зрения пользователя включают доступ к сети и необходимой услуге, с учетом непрерывности и полноты оказания услуги.

Рассмотрим подход к оценке качества функционирования систем по критерию «эффективность-стоимость». Под эффективностью будем понимать комплексный показатель эквивалентные энергетические потери. Этот показатель учитывает совокупность энергетического выигрыша и энергетических потерь в системе, в условиях многолучевого распространения радиоволн, и с заданным отношением вероятности ошибки на символ.

С точки зрения проектирования, общепринятым частным показателем качества является размер зоны радиопокрытия. Этот размер зависит от заданной вероятности ошибки и полностью определяется отношением сигнал/шум на входе решающего устройства демодулятора. Отношение сигнал/шум полностью определяется уравнением энергетического баланса радиолинии.

Таким образом, для повышения показателя качества системы, необходимо уменьшить эквивалентные энергетические потери на приемной стороне: в антенно-фидерных, радиоприемных и демодуляторных устройствах.

Процесс снижения эквивалентных потерь приведет к увеличению зоны радиодоступа. Однако процесс снижения эквивалентных энергетических потерь приведет к увеличению стоимости приемной системы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Для оценки качества системы необходимо получить функциональную зависимость потенциально-достижимого размера зоны радиопокрытия с учетом цены ее достижения.

Необходимо определить приемлемые границы целесообразного вложения денежных средств в развитие приемной системы телекоммуникации. Для выяснения сущности этого подхода необходимо рассмотреть метод параметрического синтеза блока системы демодулятора, выявить в нем все составляющие потерь и их взаимодействие.

В статье были рассмотрены основные особенности построения современных систем мобильной связи, предоставляющих разнообразные услуги связи абонентам. Показана роль сотовой системы связи, в общей системе телекоммуникаций, ее преимущества перед существующими на сегодняшний день аналогами.

Библиографический список

1. Ипатов В. П. Системы мобильной связи. / В. П. Ипатов – М. : Москва, 2003 – 272с.
2. Печаткин А. В. Системы мобильной связи ч.1 Принципы организации, функционирования и частотного планирования систем мобильной связи. А. В. Печаткин – Рыбинск: РГАТА, 2008 – 122 с.
3. Григорьев В. А., Лагутенко О. И., Распаев Ю. А. Сети и системы радиодоступа. М.: Эко-Трендз, 2005 – 384с

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.73

Щитов А.Н. Анализ типовой структуры телекоммуникационной системы малого предприятия

Analysis of the typical structure of the telecommunications system of a small enterprise

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *Успешная деятельность промышленной, финансовой или иной организации во многом определяется наличием единого информационного пространства. Развитая информационная система позволяет эффективно справляться с обработкой потоков информации, циркулирующих между сотрудниками предприятия и принимать им своевременные и рациональные решения, обеспечивающие выживание предприятия в конкурентной борьбе.*

Ключевые слова*: телекоммуникационная отрасль, эффективность, база данных.*

Abstract. *The successful operation of an industrial, financial or other organization is largely determined by the availability of a single information space. The developed information system allows to efficiently cope with the processing of information flows circulating among the employees of the enterprise and to take timely and rational decisions to ensure the survival of the enterprise in a competitive struggle.*

Keywords: *telecommunications industry, efficiency, database*

Телекоммуникационная сеть – это сложная система, обеспечивающая передачу данных широкого спектра между различными приложениями, используемыми в единой информационной системе организации.

Телекоммуникационная система позволяет создать единую для всех подразделений базу данных, вести электронный документооборот, организовать селекторные совещания и проводить видеоконференции с отдаленными подразделениями, обеспечить все потребности организации в высококачественной телефонной и факсимильной местной, международной и междугородной связи, доступе в Интернет и другие интерактивные сети. Все это уменьшает время реакции на изменения, происходящие в компании, и обеспечивает оптимальное управление всеми процессами в реальном масштабе времени. При этом, снижается зависимость организации от

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

операторов фиксированной и мобильной связи. Частичный отказ от услуг этих операторов позволяет существенно сократит расходы организации. Появляется возможность передавать любую конфиденциальную информацию производственного и финансового характера с уверенностью, что никто, кроме уполномоченных сотрудников компании, не имеет к ней доступа. Обобщенная схема телекоммуникационной системы на предприятии представлена на рисунке 1.1.

Рисунок 1.1. Обобщенная схема телекоммуникационной системы на предприятии

Можно выделить основные этапы процесса создания телекоммуникационной системы предприятия:

– провести информационное обследование организации;

– по результатам обследования выбрать архитектуру системы и аппаратно-программные средства ее реализации, по результатам обследования выбрать или разработать ключевые компоненты информационной системы;

– система управления корпоративной базой данных;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– система автоматизации деловых операций и документооборота;

– система управления электронными документами;

– специальные программные средства;

– системы поддержки принятия решений.

Информационная система нужна организации для того, чтобы обеспечивать информационно – коммуникационную поддержку ее основной и вспомогательной деятельности. Поэтому прежде, чем вести речь о структуре и функциональном наполнении информационной системы, необходимо обозначить цели и задачи самой организации.

Для этого проводится детальное информационное обследование компании, целями которого являются:

– формулировка и описание функций каждого подразделения компании, а также решаемые ими задачи;

– описание технологии работы каждого из подразделений компании и понимание, что необходимо автоматизировать и в какой последовательности;

– описание технологии работы каждого из подразделений и связанных с ними информационных потоков;

– отображение технологии на структуру, определение ее функционального состава и количества рабочих мест в каждом структурном подразделении компании, а также описание функций, которые выполняются (автоматизируются) на каждом рабочем месте;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– описание основных путей и алгоритмы прохождения входящих, внутренних и исходящих документов, а также технологии их обработки.

В результате обследования, создаются модели деятельности предприятия, и ее информационной инфраструктуры, на базе которых разрабатываются проект телекоммуникационной системы, требования к программно-аппаратным средствам и спецификации на разработку прикладного программного обеспечения, если в этом есть необходимость.

При выборе описываемых средств необходимо обратить внимание на то, чтобы работа с ними была бы доступна не только профессиональным работникам, но и более широкому классу.

В зависимости от поставленной задачи и цели, способы создания локальной сети предприятия могут быть разными. Чаще всего именно комбинация различных технологических решений позволяет добиться оптимального решения. У каждого из применяемых способов есть свои преимущества и недостатки. К примеру, объединение офисных локальных сетей в единую телекоммуникационную сеть организации может осуществляться:

– с использованием беспроводных сетей передачи данных. Применяется при построении корпоративной сети между рабочими площадками, расположенными в близко размещенных строениях;

– с использованием Internet в качестве транспортной среды передачи данных, с применением технологии построения VPN туннелей;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– с использованием арендованных каналов передачи данных. Возможно построение сети с применением технологии построения VPN туннелей или без;

– с использованием спутниковой связи.

Объединение офисных сетей с использованием беспроводного оборудования (рисунок 1.2).

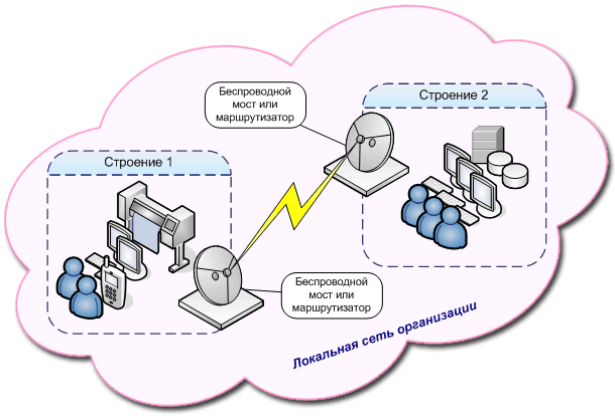


Рисунок 1.2. Построение сети с использованием беспроводного оборудования

Преимущества:

– скорость и простота развертывания локальной сети;

– невысокие затраты на приобретение оборудования;

– низкая стоимость эксплуатации и отсутствие абонентской платы;

– сохранение инвестиций в локальную сеть при переезде и смене офиса.

Недостатки:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– желательно наличие «прямой видимости» между офисными площадками (в случае отсутствия, необходимо проводить тестовые испытания возможности подключения);

– снижение скорости передачи данных с увеличением расстояния.

Использование Internet в качестве транспортной среды передачи данных, при построение телекоммуникационной сети предприятия (рисунок 1.3).

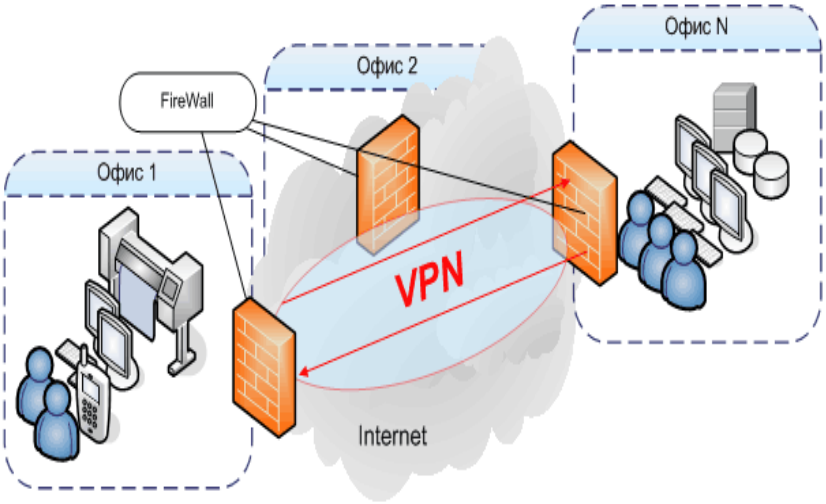


Рисунок 1.3. Технология построения VPN туннелей

Преимущества:

– низкая абонентская плата;

– простота реализации.

Недостатки:

– невысокая надежность;

– отсутствие гарантированной скорости передачи данных.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Объединение локальных сетей предприятия в единую телекоммуникационную сеть на основе арендованных каналов передачи данных (рисунок 1.4).

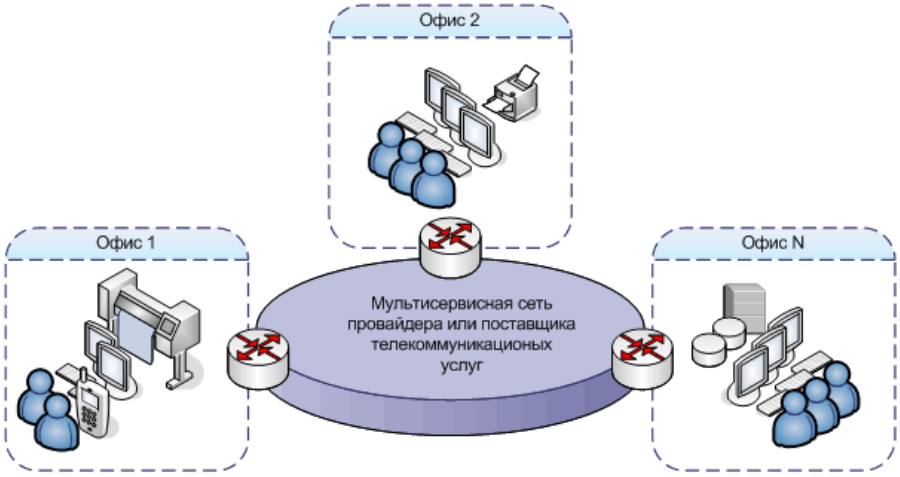


Рисунок 1.4. Построение сети с использованием арендованных каналов передачи данных.

Преимущества:

– высокое качество предоставляемых каналов передачи данных;

– высокий уровень услуг и сервисов, предоставляемых провайдером;

– гарантированная скорость передачи данных.

Недостатки:

– высокая абонентская плата;

– пропорциональное возрастание абонентской платы в зависимости от расстояния.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

На сегодняшний день требуются не только стабильная передача данных, но и качественная телефонная связь, услуги видео конференцсвязи, доступ в Интернет. В связи обширной географией нашей страны и отсутствием во многих регионах Сибири наземных коммуникаций, для решения этих задач необходимо, а порой и единственно возможно использование спутниковой связи.

Спутниковая связь позволяет создавать автономные корпоративные сети для компаний с географически распределенной инфраструктурой офисов (рисунок 1.5). Современные VSAT технологии предлагают многофункциональные и эффективные решения по организации передачи корпоративной информации.

Способ построения сети при помощи спутниковых коммуникаций:

– центральная станция сети располагается на коммутационном узле или центральном офисе предприятия, что обеспечивает автономное решение и гибкое управление собственной сетью.

Такая организация сети позволяет более эффективно использовать спутниковый ресурс, и соответственно более экономична для трафика между центром и удаленными станциями

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

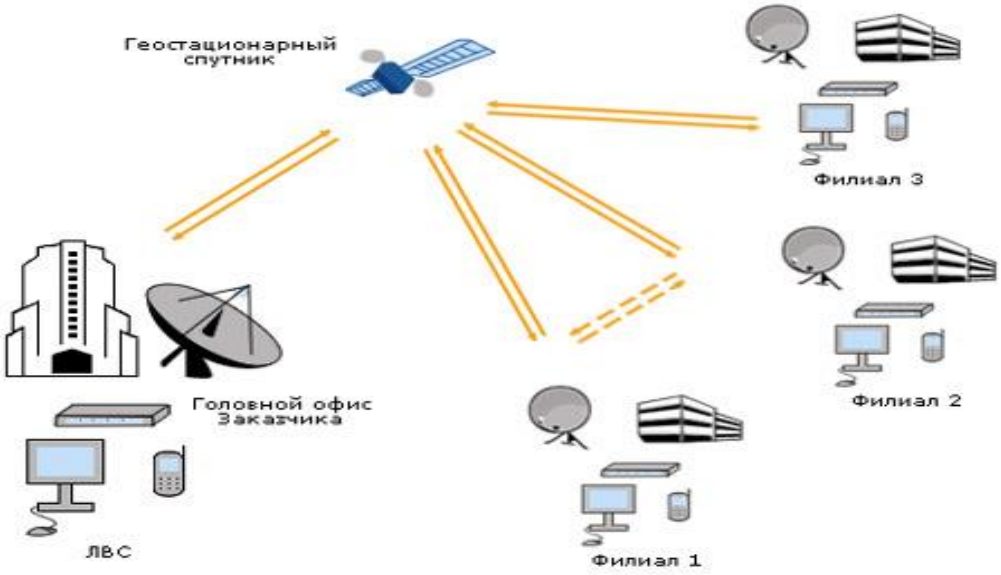


Рисунок 1.5.Телекоммуникационные сети спутниковой связи

Основными технологиями построения телекоммуникационной системы на малом предприятии являются:

– структурированная кабельная система;

– применение PLC-технологии;

– беспроводная технология доступа к сети.

Рассмотрим подробнее принципы построения этих технологий на предприятии.

Структурированная кабельная система (Structured Cabling System, SCS) – это набор коммутационных элементов (кабелей, разъемов, коннекторов, кроссовых панелей и шкафов), а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связей в вычислительных сетях.

Структурированная кабельная система представляет собой объединение локальных сетей зданий, организаций предназначенных для

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

применения продолжительное время без существенной модернизации и перестройки всей существующей локальной сети.

Современная структурированная кабельная система подразумевает в своем составе наличие следующих систем: компьютерная сеть, сеть телефонной линии, пожарная сигнализация, сеть системы видеонаблюдения.

Структурированная кабельная система охватывает полностью все пространство здания. Локальная сеть соединяет все существующие средства, участвующие в передаче информации: телефоны, персональные компьютеры, камеры видеонаблюдения, системы контроля доступа, беспроводные устройства, камеры IP видеонаблюдения. Каждое техническое средство, участвующее в информационном обмене имеет информационную розетку – точкой входа в структурированную кабельную систему организации. Все информационные розетки объединяются в едином месте – коммутационном центре или серверной. В серверную подводятся внешние информационные магистрали для подключения здания к информационным ресурсам, телефонии, системе безопасности. В информационный узел заходят волоконно-оптические линии связи для связи в организации с локальной сетью другого здания (если организация имеет несколько зданий). Данная топология структурированной кабельной системы, включающая в своем составе, различные локальные сети позволяет, управляет всеми компонентами средств информатизации и безопасности организации и обеспечивает гибкость системы компьютерных сетей [1].

Типовая структурированная кабельная система офиса (рисунок 1.6) содержит:

– компьютерную и офисную технику;

– кабельные линии связи и электрическая проводка: прокладывается по пластиковым кабель каналам или уже

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

имеющимся технологическим каналам здания. Магистральные линии связи, проложенные в канализации или воздушным методом;

– коммутационный блок, который необходим для монтажа коммутационного оборудования, централизация кабельных линий как внешних, так и внутренних и соединение локальной сети с внешним сетевым оборудованием, коммутация сетевых розеток;

– вертикальная кабельная система для соединения горизонтальных (этажных) коммутационных узлов. Данная линия связи должна иметь высокую скорость обмена информации и часто выполняется из экранированного кабеля или волоконно-оптического кабеля;

– прочие технические средства. К данным техническим средствам относятся датчики пожарной сигнализации, громкоговорители системы звукового оповещения, камеры видеонаблюдения.

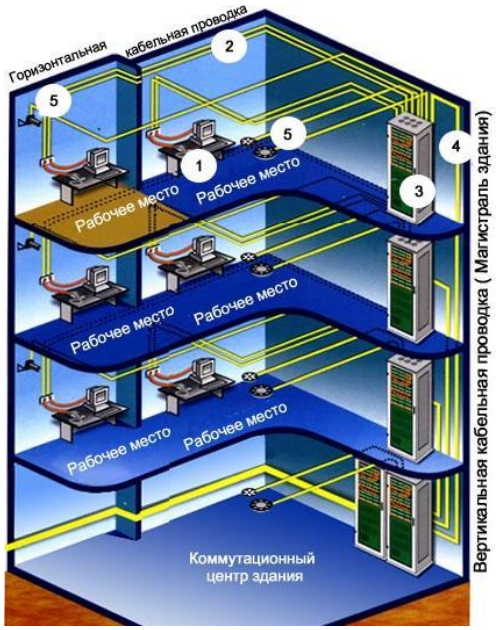


Рисунок 1.6. Типовая структурированная кабельная система офиса

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Такая технология подходит для офиса со стационарными компьютерами.

Технология PLC (Power Line Communication) – инновационная телекоммуникационная технология, основанная на использовании силовых электросетей для информационного обмена (рисунок 1.7).

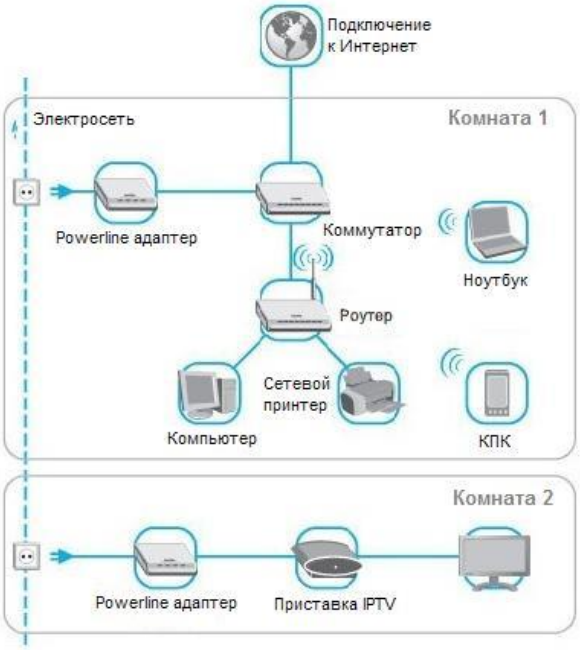


Рисунок 1.7. Структурная схема технологии PLC

Особенности электрических сетей

Линии электропередач обладают следующими отличительными особенностями:

– высокий уровень шумов и быстрое затухание высокочастотного сигнала;

– нестабильность линии связи.

Коммуникационные параметры линий (затухание сигнала, частотные и фазовые искажения и другие) меняются во времени в зависимости от уровня и

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

характера текущего энергопотребления. Это особенно важно учитывать в России и странах СНГ, для которых характерны как частые перебои в энергоснабжении, так и значительные колебания показателей качества передаваемой электроэнергии.

Такие условия эксплуатации электрических сетей требуют применения различных методов компенсации: использование помехоустойчивых методов обработки сигналов и кодирования, высоконадежных методов доступа к среде передачи данных и т.д. Это накладывает существенные ограничения на использование технологии PLC и приводит к повышению стоимости применяемого оборудования.

PLC – технология может быть использована при создании локальной сети в небольших офисах (до 10 компьютеров), где основными требованиями к сети являются простота реализации, мобильность устройств и легкая расширяемость. При этом как вся офисная сеть, так и отдельные ее сегменты могут быть построены с помощью PLC – адаптеров. Часто встречается ситуация, когда необходимо включить в уже существующую сеть удаленный компьютер или сетевой принтер, расположенный в другой комнате или в другом конце здания. Такая проблема легко решается с помощью PLC – адаптеров.

В современных условиях высокоскоростной доступ в Интернет становится одним из важнейших требований, как для частных лиц, так и для организаций. Но, к сожалению, далеко не всегда имеется возможность проводки физической сети, в особенности, если подключаемые объекты могут располагаться на расстоянии в несколько километров друг от друга или есть необходимость покрыть сетью места с большим скоплением пользователей. Примером таких объектов могут служить дачные и коттеджные поселки, стадионы и т.п. Решением этой проблемы может стать создание распределенной сети построенной на использовании беспроводных технологий (рисунок 1.8).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 1.8. Беспроводная сеть Wi-Fi

Преимущества беспроводных сетей:

– отсутствие кабелей. Передача данных в сети осуществляется по воздуху на очень высокой частоте, которая не воздействует на человека и не создает помехи для электронной техники;

– мобильность, как и рабочих мест, так и самого офиса. Так как беспроводная сеть не привязана к проводам, можно свободно изменять местоположение компьютеров в зоне покрытия точки доступа, не беспокоясь о нарушениях связи. Сеть легко монтируется/демонтируются, при переезде в другое помещение;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

– уникальность технологии. Возможна установка в местах, где прокладка проводной сети по тем или иным причинам невозможна или нецелесообразна, например, на выставках, залах для совещаний;

– быстрое добавление новых компьютеров в сеть. Для добавления новых рабочих мест не нужно прокладывать кабеля, достаточно ввести настройки wi-fi в компьютер;

– скорость передачи 54 Мбит/с. Достаточно высокая скорость передачи данных. Для примера скорость передачи данных по кабелю 100 Мбит/с;

– возможность подключения мобильных устройств. Подключения к сети мобильных телефонов, коммуникаторов, карманных компьютеров (всех устройств с Wi-Fi модулем).

Вариантов построения сети на предприятии несколько, но наша задача заключается в том, как покрыть большую площадь помещения или открытую местность, в которой будут находиться подвижные пользователи.

В таблице 1 приведены основные характеристики технологий построения телекоммуникационной системы на малом предприятии.

Таблица 1

Характеристики технологий

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Технологии	Производительность	Мобильность пользователей	Максимальное кол-во пользователей на одну точку доступа
Структурированная кабельная система	100 Кбит/с до 10 Гбит/с	—	1
Технология PLC	Стандарт: HomePlug1.0 до 14 Мбит/с Стандарт: HomePlug AV до 200 Мбит/с	—	1
Беспроводной доступ	Стандарт IEEE 802.11n до 300 Мбит/с Стандарт IEEE 802.11g до 54 Мбит/с	+	N=c/v N – кол-во пользователей C – макс. скорость передачи точки доступа V – скорость передачи на одного пользователя

Рассмотрев характеристики технологий построения телекоммуникационных систем можно сделать вывод, что для нашего случая ни как не может подойти проводная сеть, так как пользователи не «привязаны» к своему месту, а передвигаются, имея с собой портативные устройства выхода в сеть. Остается лишь один способ для решения этой задачи, как беспроводная сеть, построенная по технологии беспроводного доступа Wi-Fi.

Первая беспроводная сеть ALOHAnet была построена в Гавайском университете в 1971 году. Однако беспроводные сети не получили широкого распространения – пользователей вполне устраивали технологии проводных сетей.

Прогресс в этой области произошёл в 1997 году, когда был принят стандарт беспроводных сетей IEEE 802.11, который стал родоначальником Wi-Fi – сетей. Инициатором и координатором работ выступил комитет по

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

стандартизации локальных сетей IEEE 802 (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Однако первая версия Wi-Fi так же не получила распространения поскольку стандарт уже успел заметно устареть. Помимо весьма низкой пропускной способности, не превышающей 2 Мбит/с, мало кого могло устроить посредственное качество связи, чрезмерная медлительность и весьма низкий радиус действия стандарта, при этом цена на оборудование была весьма высока.

Однако сама идея беспроводного доступа в Интернет и к ресурсам локальной сети внутри офиса, гостиницы, вокзала или аэропорта была большинством оценена по достоинству. Осенью 1999 года выпустили сразу две новые спецификации, названные 802.11a и 802.11b, и обеспечивающие максимальную пропускную способность в 54 Мбит/с и 11 Мбит/с соответственно. В рекордно короткие сроки технологии Wi-Fi удалось выйти на мировую арену и составить серьезную конкуренцию классическим способам организации локальной сети, таким как Ethernet.

Реальные устройства, поддерживающие стандарт 802.11a, появились в продаже лишь в 2001 году, однако рынок был уже настолько заполнен оборудованием, 802.11b, что даже, несмотря на практически пятикратно возросшую пропускную способность, первое время новая спецификация оставалась в тени. Следующий виток эволюции технологий Wi-Fi начался летом 2003 года, когда разработчики закончили следующую версию стандарта – 802.11g, совмещающую в себе преимущества предыдущих двух редакций.

На данный момент большая часть современного оборудования, ориентированного на работу по Wi-Fi и оснащается модулями стандарта 802.11n [3].

На заре развития радиотехники термин «беспроводный» (wireless) использовался для обозначения радиосвязи в широком смысле этого слова, т. е. буквально во всех случаях, когда передача информации осуществлялась без

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

проводов. Позже это толкование практически вышло из обращения, и «беспроводный» стало употребляться как эквивалент термину «радио» (radio) или «радиочастота» (RF – radio frequency). Сейчас оба понятия считаются взаимозаменяемыми в том случае, если речь идет о диапазоне частот от 3 кГц до 300 ГГц.

Различают три типа беспроводных сетей (рисунок 2.1): WWAN (Wireless Wide Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network) и WPAN (Wireless Personal Area Network)

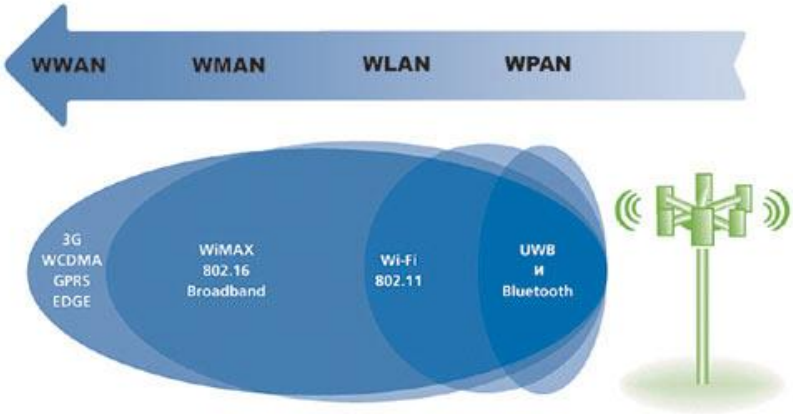


Рисунок 2.1. Радиус действия персональных, локальных и глобальных беспроводных сетей

WWAN – глобальные беспроводные сети в которых для передачи данных используются беспроводные технологии сотовой связи, такие как UMTS, GPRS, CDMA2000, GSM, CDPD, HSDPA, 3G. Соответствующие услуги связи предлагаются, как правило, на платной основе операторами регионального, национального или даже глобального масштаба. Технологии WWAN дают возможность пользователю, например, с ноутбуком и WWAN –адаптером получать доступ к Всемирной паутине, пользоваться электронной почтой и подключаться к виртуальным частным сетям из любой точки в пределах зоны действия оператора беспроводной связи.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

WLAN – система обмена данными, разработанная как дополнение или альтернатива проводным локальным сетям внутри офисов и других зданий. WLAN передает и получает данные по беспроводным каналам со скоростями, которые до сих пор были доступны абонентам только в локальных проводных сетях.

WPAN – беспроводные персональные сети, применяются для связи различных устройств, включая компьютерную, бытовую и оргтехнику, средства связи и т. д. Физический и Канальный уровни регламентируются стандартом IEEE 802.15.4. Радиус действия WPAN составляет от нескольких метров до нескольких десятков сантиметров. WPAN используется как для объединения отдельных устройств между собой, так и для связи их с сетями более высокого уровня, например, глобальной сетью интернет.

WPAN может быть развёрнута с использованием различных сетевых технологий, например, Bluetooth, ZigBee и другими.

При построении сетей WLAN и WPAN, а также систем широкополосного беспроводного доступа (BWA – Broadband Wireless Access) применяются сходные технологии. Ключевое различие между ними (рисунок 2.2) – диапазон рабочих частот и характеристики радио интерфейса. Сети WLAN и WPAN работают в нелицензионных диапазонах частот 2,4 и 5 ГГц, т. е. при их развертывании не требуется частотного планирования и координации с другими радиосетями, работающими в том же диапазоне. Сети BWA используют как лицензионные, так и нелицензионные диапазоны (от 2 до 66 ГГц).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 2.2. Классификация беспроводных технологий

Основные назначение беспроводных локальных сетей (WLAN) – организация доступа к информационным ресурсам внутри здания. Вторая по значимости сфера применения – это организация общественных точек доступа (hot spots) в людных местах – гостиницах, аэропортах, кафе, а также организация временных сетей на период проведения мероприятий (выставок, семинаров).

Беспроводные локальные сети создаются на основе семейства стандартов IEEE 802.11. Эти сети известны также как Wi-Fi (Wireless Fidelity), и хотя сам термин Wi-Fi, в стандартах явным образом не прописан.

В настоящее время широко используется преимущественно три стандарта группы IEEE 802.11 (таблица 2).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 2

Основные характеристики стандартов группы IEEE 802.11

Стандарт	802.11g	802.11a	802.11n	802.11b
Частотный диапазон, ГГц	2,4-2,483	5,15-5,25	2,4 или 5,0	
Метод передачи	PBCC,OFDM	PBCC,OFDM	MIMO	
Скорость, Мбит/с	1-54	6-54	6-300	
Совместимость	802.11 b/n	802.11 n	802.11 a/b/g	
Метод модуляции	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, 64-QAM	
Дальность связи в помещении, м	20-50	10-20	50-100	
Дальность связи вне помещения, м	250	150	500	

Стандарт IEEE 802.11g, принятый в 2003 году, является логическим развитием стандарта 802.11b и предполагает передачу данных в том же частотном диапазоне, но с более высокими скоростями. Кроме того, стандарт 802.11g полностью совместим с 802.11b, то есть любое устройство 802.11g должно поддерживать работу с устройствами 802.11b. Максимальная скорость передачи данных в стандарте 802.11g составляет 54 Мбит/с.При разработке стандарта 802.11g рассматривались две конкурирующие технологии: метод ортогонального частотного разделения OFDM, заимствованный из стандарта 802.11a и предложенный к рассмотрению компанией Intersil, и метод двоичного пакетного сверточного кодирования PBCC. В результате стандарт 802.11g содержит компромиссное решение: в качестве базовых применяются технологии OFDM и CCK, а опционально предусмотрено использование технологии PBCC.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Идея сверточного кодирования (Packet Binary Convolutional Coding, PBCC) заключается в следующем. Входящая последовательность информационных бит преобразуется в сверточном кодере таким образом, чтобы каждому входному биту соответствовало более одного выходного. То есть сверточный кодер добавляет определенную избыточную информацию к исходной последовательности. Если, к примеру, каждому входному биту соответствуют два выходных, то говорят о сверточном кодировании со скоростью равной 1/2. Если же каждым двум входным битам соответствуют три выходных, то скорость сверточного кодирования будет составлять уже 2/3.

Любой сверточный кодер строится на основе нескольких последовательно связанных запоминающих ячеек и логических элементов XOR. Количество запоминающих ячеек определяет количество возможных состояний кодера. Если, к примеру, в сверточном кодере используется шесть запоминающих ячеек, то в кодере хранится информация о шести предыдущих состояниях сигнала, а с учетом значения входящего бита получим, что в таком кодере применяется семь бит входной последовательности. Такой сверточный кодер называется кодером на семь состояний.

Выходные биты, формируемые в сверточном кодере, определяются операциями XOR между значениями входного бита и битами, хранимыми в запоминающих ячейках, то есть значение каждого формируемого выходного бита зависит не только от входящего информационного бита, но и от нескольких предыдущих битов.

Главным достоинством сверточных кодеров является помехоустойчивость формируемой ими последовательности. Дело в том, что при избыточности кодирования даже в случае возникновения ошибок приема исходная последовательность бит, может быть безошибочно восстановлена. Для

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

восстановления исходной последовательности бит на стороне приемника применяется декодер Витерби.

Бит, формируемый в сверточном кодере, используется в дальнейшем в качестве передаваемого символа, но предварительно он подвергается фазовой модуляции. Причем в зависимости от скорости передачи возможна двоичная, квадратурная или даже восьмипозиционная фазовая модуляция.

Рассмотренный метод PBCC – кодирования опционально используется в протоколах 802.11b, 802.11g на скоростях 5,5 и 11 Мбит/с.. В этом плане до скорости 11 Мбит/с протоколы 802.11b и 802.11g совпадают друг с другом, за исключением того, что в протоколе 802.11g предусмотрены такие скорости, которых нет в протоколе 802.11b.

Опционально в протоколе 802.11g технология PBCC может использоваться при скоростях передачи 22 и 33 Мбит/с.

Для скорости 22 Мбит/с по сравнению с уже рассмотренной нами схемой PBCC передача данных имеет две особенности. Прежде всего, применяется 8-позиционная фазовая модуляция (8-PSK), то есть фаза сигнала может принимать восемь различных значений, что позволяет в одном символе кодировать уже три бита. Кроме того, в схему, за исключением сверточного кодера, добавлен пунктурный кодер. Смысл такого решения довольно прост: избыточность сверточного кодера, равная 2 (на каждый входной бит приходится два выходных), достаточно высока и при определенных условиях помеховой обстановки является излишней, поэтому можно уменьшить избыточность, чтобы, к примеру, каждым двум входным битам соответствовали три выходных. Для этого можно, конечно, разработать соответствующий сверточный кодер, но лучше добавить в схему специальный пунктурный кодер, который будет просто уничтожать лишние биты. Допустим, пунктурный кодер удаляет один бит из каждых четырех входных бит. Тогда каждым четырем входящим бит будут

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

соответствовать три выходящих. Скорость такого кодера составляет 4/3. Если же такой кодер используется в паре со сверточным кодером со скоростью 1/2, то общая скорость кодирования составит уже 2/3, то есть каждым двум входным битам будут соответствовать три выходных.

Технология PBCC является опциональной в стандарте IEEE 802.11g, а технология OFDM – обязательной. Для того чтобы понять суть технологии OFDM, рассмотрим более подробно многолучевую интерференцию, возникающую при распространении сигналов в открытой среде.

Эффект многолучевой интерференции сигналов заключается в том, что в результате многократных отражений от естественных преград один и тот же сигнал может попадать в приемник различными путями. Но разные пути распространения отличаются друг от друга по длине, а потому ослабление сигнала будет для них неодинаковым. Следовательно, в точке приема результирующий сигнал представляет собой интерференцию многих сигналов, имеющих различные амплитуды и смещенных друг относительно друга по времени, что эквивалентно сложению сигналов с разными фазами.

Следствием многолучевой интерференции является искажение принимаемого сигнала. Многолучевой интерференции подвержен любой тип сигналов, но особенно негативно она сказывается на широкополосных сигналах, поскольку при использовании широкополосного сигнала в результате интерференции определенные частоты складываются синфазно, что приводит к увеличению сигнала, а некоторые, наоборот, противофазно, вызывая ослабление сигнала на данной частоте [2].

Анализируя многолучевую интерференцию, возникающую при передаче сигналов, можно выделить два крайних случая. В первом из них максимальная задержка между сигналами не превышает длительности одного символа, и интерференция возникает в пределах одного передаваемого

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

символа. Во втором – максимальная задержка между сигналами больше длительности одного символа, поэтому в результате интерференции складываются сигналы, представляющие разные символы, и возникает так называемая межсимвольная интерференция.

Наиболее отрицательно на искажение сигнала влияет именно межсимвольная интерференция. Поскольку символ – это дискретное состояние сигнала, характеризующееся значениями частоты несущей, амплитуды и фазы, для разных символов меняются амплитуда и фаза сигнала, а следовательно, восстановить исходный сигнал крайне сложно.

По этой причине при высоких скоростях передачи применяется метод кодирования данных, называемый ортогональным частотным разделением каналов с мультиплексированием. Суть его заключается в том, что поток передаваемых данных распределяется по множеству частотных подканалов и передача ведется параллельно на всех таких подканалах. При этом высокая скорость передачи достигается именно за счет одновременной передачи данных по всем каналам, тогда как скорость передачи в отдельном подканале может быть и невысокой.

При частотном разделении каналов необходимо, чтобы отдельный канал был достаточно узким для минимизации искажения сигнала, но в то же время – достаточно широким для обеспечения требуемой скорости передачи. Кроме того, для экономного использования всей полосы канала, разделяемого на подканалы, желательно расположить частотные подканалы как можно ближе друг к другу, но при этом избежать межканальной интерференции, чтобы обеспечить их полную независимость. Частотные каналы, удовлетворяющие вышеперечисленным требованиям, называются ортогональными. Несущие сигналы всех частотных подканалов ортогональны друг другу. Ортогональность

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

несущих сигналов гарантирует частотную независимость каналов друг от друга, а следовательно, и отсутствие межканальной интерференции.

Рассмотренный способ деления широкополосного канала на ортогональные частотные подканалы называется ортогональным частотным разделением с мультиплексированием (OFDM). Для его реализации в передающих устройствах используется обратное быстрое преобразование Фурье, переводящее предварительно мультиплексированный на n-каналов сигнал из временного представления в частотное.

Одним из ключевых преимуществ метода OFDM является сочетание высокой скорости передачи с эффективным противостоянием многолучевому распространению. Конечно, сама по себе технология OFDM не исключает многолучевого распространения, но создает предпосылки для устранения эффекта межсимвольной интерференции. Дело в том, что неотъемлемой частью технологии OFDM является охранный интервал – циклическое повторение окончания символа, пристраиваемое в начале символа.

Охранный интервал создает паузы между отдельными символами, и если его длительность превышает максимальное время задержки сигнала в результате многолучевого распространения, то межсимвольной интерференции не возникает.

При использовании технологии OFDM длительность охранного интервала составляет одну четвертую длительности самого символа. При этом символ имеет длительность 3,2 мкс, а охранный интервал 0,8 мкс. Таким образом, длительность символа вместе с охранным интервалом составляет 4 мкс.

В протоколе 802.11g на низких скоростях передачи применяется двоичная и квадратурная фазовые модуляции BPSK и QPSK. При использовании BPSK – модуляции в одном символе кодируется только один информационный бит, а при QPSK – модуляции – два информационных бита. Модуляция BPSK

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

применяется для передачи данных на скоростях 6 и 9 Мбит/с, а модуляция QPSK – на скоростях 12 и 18 Мбит/с.

Для передачи на более высоких скоростях используется квадратурная амплитудная модуляция QAM (Quadrature Amplitude Modulation), при которой информация кодируется за счет изменения фазы и амплитуды сигнала. В протоколе 802.11g применяется модуляция 16-QAM и 64-QAM. Первая модуляция предполагает 16 различных состояний сигнала, что позволяет закодировать 4 бита в одном символе; вторая – 64 возможных состояния сигнала, что дает возможность закодировать последовательность 6 бит в одном символе. Модуляция 16-QAM используется на скоростях 24 и 36 Мбит/с, а модуляция 64-QAM – на скоростях 48 и 54 Мбит/с.

Стандарт IEEE 802.11a предусматривает скорость передачи данных до 54 Мбит/с. В этом стандарте предусмотрена работа в новом частотном диапазоне 5ГГц. В качестве метода модуляции сигнала выбрано ортогонально частотное мультиплексирование (OFDM), обеспечивающее высокую устойчивость связи в условиях многолучевого распространения сигнала.

В соответствии с правилами FCC частотный диапазон UNII разбит на три 100-мегагерцевых поддиапазона, различающихся ограничениями по максимальной мощности излучения. Низший диапазон (от 5,15 до 5,25 ГГц) предусматривает мощность всего 50 мВт, средний (от 5,25 до 5,35 ГГц) – 250 мВт, а верхний (от 5,725 до 5,825 ГГц) – 1 Вт. Использование трех частотных поддиапазонов с общей шириной 300 МГц делает стандарт IEEE 802.11a самым широкополосным из семейства стандартов 802.11 и позволяет разбить весь частотный диапазон на 12 каналов, каждый из которых имеет ширину 20 МГц, причем восемь из них лежат в 200-мегагерцевом диапазоне от 5,15 до 5,35 ГГц, а остальные четыре канала – в 100-мегагерцевом диапазоне от 5,725 до 5,825 ГГц (рисунок 2.3). При этом четыре верхних частотных канала,

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

предусматривающие наибольшую мощность передачи, используются преимущественно для передачи сигналов вне помещений.

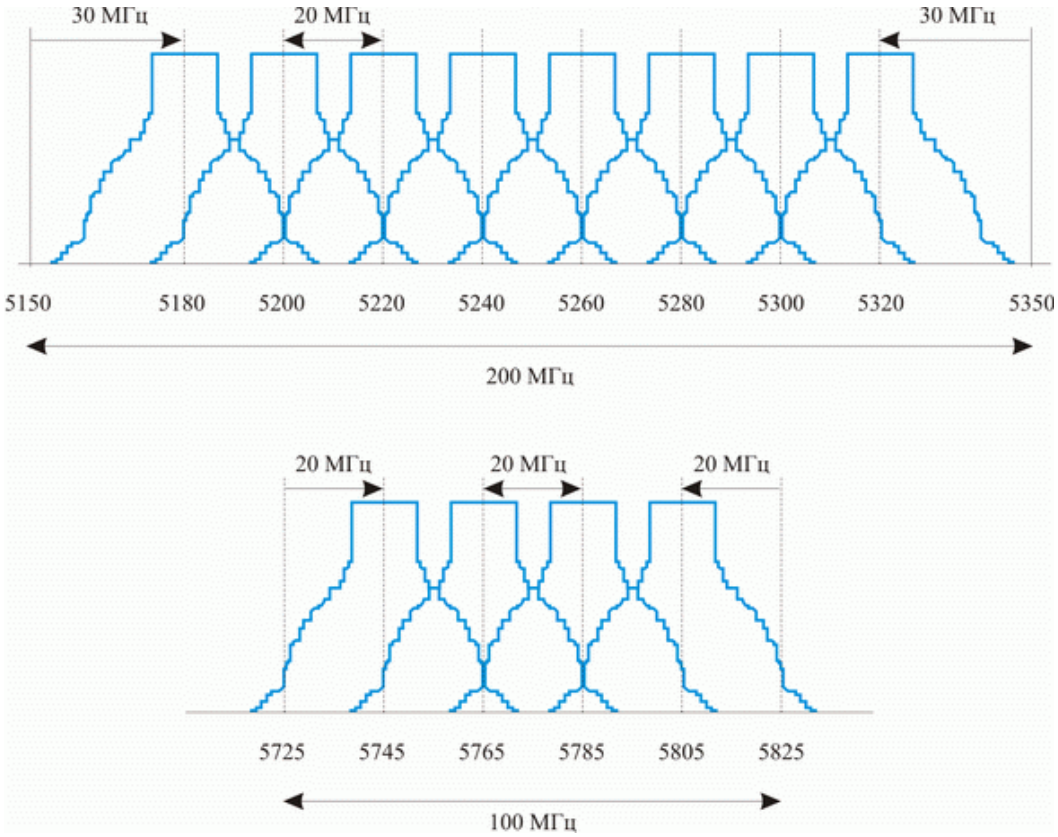


Рисунок 2.3. Разделение диапазона UNII на 12 частотных поддиапазонов

Стандарт IEEE 802.11a основан на технике частотного ортогонального разделения каналов с мультиплексированием (OFDM). Для разделения каналов применяется обратное преобразование Фурье с окном в 64 частотных подканала. Поскольку ширина каждого из 12 каналов, определяемых в стандарте 802.11a, имеет значение 20 МГц, получается, что каждый ортогональный частотный подканал (поднесущая) имеет ширину 312,5 кГц. Однако из 64 ортогональных подканалов задействуется только 52, причем 48 из них применяются для передачи данных (Data Tones), а остальные – для передачи служебной информации (Pilot Tones).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

По технике модуляции протокол 802.11a мало чем отличается от 802.11g. На низких скоростях передачи для модуляции поднесущих частот используется двоичная и квадратурная фазовые модуляции BPSK и QPSK. При применении BPSK – модуляции в одном символе кодируется только один информационный бит. Соответственно при использовании QPSK – модуляции, то есть когда фаза сигнала может принимать четыре различных значения, в одном символе кодируются два информационных бита. Модуляция BPSK используется для передачи данных на скоростях 6 и 9 Мбит/с, а модуляция QPSK – на скоростях 12 и 18 Мбит/с.

Для передачи на более высоких скоростях в стандарте IEEE 802.11a используется квадратурная амплитудная модуляция 16–QAM и 64–QAM. В первом случае имеется 16 различных состояний сигнала, что позволяет закодировать 4 бита в одном символе, а во втором – уже 64 возможных состояния сигнала, что позволяет закодировать последовательность из 6 битов в одном символе.

Информационная емкость OFDM – символа определяется типом модуляции и числом поднесущих. Поскольку для передачи данных применяются 48 поднесущих, емкость OFDM – символа составляет 48 × Nb, где Nb – двоичный логарифм от числа позиций модуляции, или, проще говоря, количество бит, которые кодируются в одном символе в одном подканале. Соответственно емкость OFDM – символа составляет от 48 до 288 бит.

Последовательность обработки входных данных (битов) в стандарте IEEE 802.11a выглядит следующим образом. Первоначально входной поток данных подвергается стандартной операции скремблирования. После этого поток данных поступает на сверточный кодер. Скорость сверточного кодирования (в сочетании с пунктурным кодированием) может составлять 1/2, 2/3 или 3/4. Поскольку скорость сверточного кодирования может быть разной, то при

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

использовании одного и того же типа модуляции скорость передачи данных оказывается различной. Рассмотрим, к примеру, модуляцию BPSK , при которой скорость передачи данных составляет 6 или 9 Мбит/с. Длительность одного символа вместе с охранным интервалом равна 4 мкс, а значит, частота следования импульсов составит 250 кГц. Учитывая, что в каждом подканале кодируется по одному биту, а всего таких подканалов 48, получаем, что общая скорость передачи данных составит 12 Мбит/с. Если при этом скорость сверточного кодирования равна 1/2 (на каждый информационный бит добавляется один служебный), информационная скорость окажется вдвое меньше полной скорости, то есть 6 Мбит/с. При скорости сверточного кодирования 3/4 на каждые три информационных бита добавляется один служебный, поэтому в данном случае полезная (информационная) скорость составляет 3/4 от полной скорости, то есть 9 Мбит/с. Аналогичным образом каждому типу модуляции соответствуют две различные скорости передачи рисунок 2.4.

Скорость, Мбит/с	Тип модуляции	Скорость сверточного кодирования	Количество битов в одном символе в одном подканале	Общее количество бит в символе (48 подканалов)	Количество битов данных в символе
6	BPSK	1/2	1	48	24
9	BPSK	3/4	1	48	36
12	QPSK	1/2	2	96	48
18	QPSK	3/4	2	96	72
24	16-QAM	1/2	4	192	96
36	16-QAM	3/4	4	192	144
48	64-QAM	2/3	6	288	192
54	64-QAM	3/4	6	288	216

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 2.4. Соотношение между скоростями передачи и типом модуляции в стандарте 802.11a

После сверточного кодирования поток бит подвергается операции перемежения, или интерливинга. Суть ее заключается в изменении порядка следования бит в пределах одного OFDM-символа. Для этого последовательность входных бит разбивается на блоки, длина которых равна числу бит в OFDM-символе (NCBPS). Далее по определенному алгоритму производится двухэтапная перестановка бит в каждом блоке. На первом этапе биты переставляются таким образом, чтобы смежные биты при передаче OFDM-символа передавались на несмежных поднесущих. Алгоритм перестановки бит на этом этапе эквивалентен следующей процедуре. Первоначально блок бит длиной NCBPS построчно (строка за строкой) записывается в матрицу, содержащую 16 строк и NCBPS/16 рядов. Далее биты считываются из этой матрицы, но уже по рядам (или так же, как записывались, но из транспонированной матрицы). В результате такой операции первоначально соседние биты будут передаваться на несмежных поднесущих.

Затем следует этап второй перестановки битов, цель которого заключается в том, чтобы соседние биты не оказались одновременно в младших разрядах групп, определяющих модуляционный символ в сигнальном созвездии. То есть после второго этапа перестановки соседние биты оказываются попеременно в старших и младших разрядах групп. Делается это с целью улучшения помехоустойчивости передаваемого сигнала.

После перемежения последовательность бит разбивается на группы по числу позиций выбранного типа модуляции и формируются OFDM-символы.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Сформированные OFDM-символы подвергаются быстрому преобразованию Фурье, в результате чего формируются выходные синфазный и квадратурный сигналы, которые затем подвергаются стандартной обработке – модуляции.

Стандарт IEEE 802.11n был утверждён 11 сентября 2009. 802.11n по скорости передачи сравним с проводными стандартами.

Отметим следующие основные преимущества стандарта 802.11n:

– большая скорость передачи данных (около 300 Мбит/с);

– равномерное, устойчивое, надежное и качественное покрытие зоны действия станции, отсутствие непокрытых участков;

– совместимость с предыдущими версиями стандарта Wi-Fi.

Недостатки:

– большая мощность потребления;

– два рабочих диапазона (возможная замена оборудования);

– усложненная и более габаритная аппаратура.

Увеличение скорости передачи в стандарте IEEE 802.11n достигается, во-первых, благодаря удвоению ширины канала с 20 до 40 МГц, а во-вторых, за счет реализации технологии MIMO.

Технология MIMO (Multiple Input Multiple Output) предполагает применение нескольких передающих и принимающих антенн (рисунок 2.5). По аналогии традиционные системы, то есть системы с одной передающей и одной принимающей антенной, называются SISO (Single Input Single Output).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Стандарт IEEE 802.11n основан на технологии OFDM-MIMO. Очень многие реализованные в нем технические детали позаимствованы из стандарта 802.11a, однако в стандарте IEEE 802.11n предусматривается использование как частотного диапазона, принятого для стандарта IEEE 802.11a, так и частотного диапазона, принятого для стандартов IEEE 802.11b/g. То есть устройства, поддерживающие стандарт IEEE 802.11n, могут работать в частотном диапазоне либо 5, либо 2,4 ГГц.

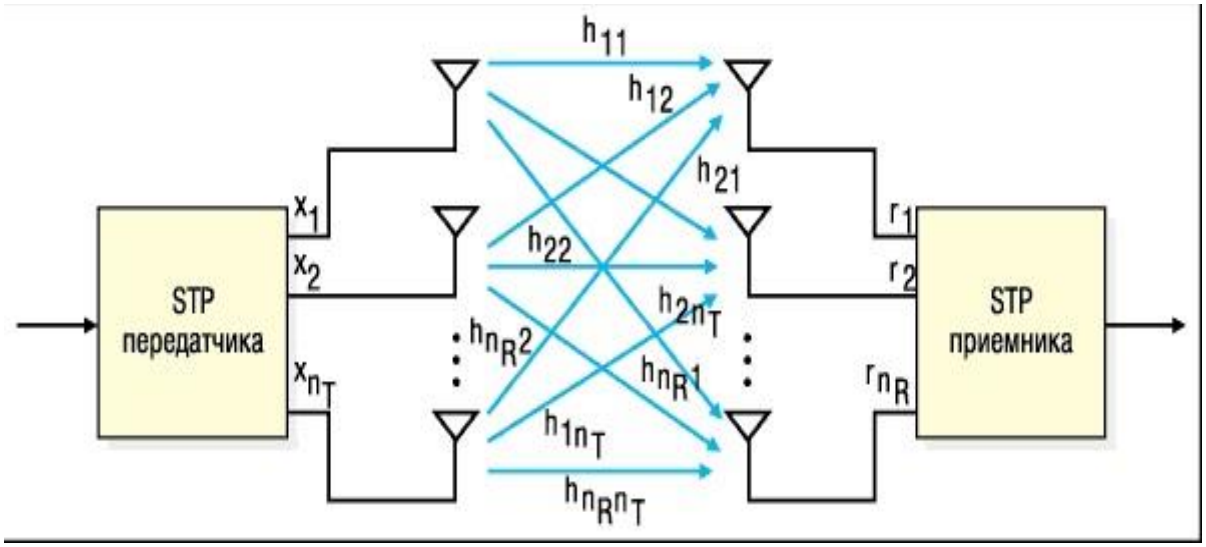


Рисунок 2.5. Принцип реализации технологии MIMO

Передаваемая последовательность делится на параллельные потоки, из которых на приемном конце восстанавливается исходный сигнал. Здесь возникает некоторая сложность – каждая антенна принимает суперпозицию сигналов, которые необходимо отделять друг от друга. Для этого на приемном конце применяется специально разработанный алгоритм пространственного обнаружения сигнала. Этот алгоритм основан на выделении поднесущей и оказывается тем сложнее, чем больше их число. Единственным недостатком использования MIMO является сложность и громоздкость системы и, как следствие, более высокое потребление энергии. Для обеспечения

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

совместимости MIMO-станций и традиционных станций предусмотрено три режима работы:

– унаследованный режим (legacy mode);

– смешанный режим (mixed mode);

– режим зеленого поля (green field mode).

Каждому режиму работы соответствует своя структура преамбул служебного поля пакета, которое указывает на начало передачи и служит для синхронизации приемника и передатчика. В преамбуле содержится информация о длине пакета и его типе, включая вид модуляции, выбранный метод кодирования, а также все параметры кодирования. Для исключения конфликтов в работе станций MIMO и обычных (с одной антенной) во время обмена между станциями MIMO пакет сопровождается особой преамбулой и заголовком. Получив такую информацию, станции, работающие в унаследованном режиме, откладывают передачу до окончания сеанса между станциями MIMO. Кроме того, структура преамбулы определяет некоторые первичные задачи приемника, такие как оценка мощности принимаемого сигнала, для системы автоматической регулировки усиления, обнаружение начала пакета, смещение по времени и частоте.

Режимы работы станций MIMO.

Унаследованный режим. Этот режим предусмотрен для обеспечения обмена между двумя станциями с одной антенной. Передача информации осуществляется по протоколам 802.11a. Если передатчиком является станция MIMO, а приемником – обычная станция, то в передающей системе используется только одна антенна и процесс передачи идет так же, как и в предыдущих версиях стандарта Wi-Fi. Если передача идет в обратном направлении – от обычной станции в многоантенную, то станция MIMO

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

использует много приемных антенн, однако в этом случае скорость передачи не максимальная. Структура преамбулы в этом режиме такая же, как в версии 802.11a [6].

Смешанный режим. В этом режиме обмен осуществляется как между системами MIMO, так и между обычными станциями. В связи с этим системы MIMO генерируют два типа пакетов, в зависимости от типа приемника. С обычными станциями работа идет медленно, поскольку они не поддерживают работу на высоких скоростях, а между MIMO – значительно быстрее, однако скорость передачи ниже, чем в режиме зеленого поля. Преамбула в пакете от обычной станции такая же, что и в стандарте 802.11a, а в пакете MIMO она немного изменена. Если передатчиком выступает система MIMO, то каждая антенна передает не целую преамбулу, а циклически смещенную. За счет этого снижается мощность потребления станции, а канал используется более эффективно. Однако не все унаследованные станции могут работать в этом режиме. Дело в том, что если алгоритм синхронизации устройства основан на взаимной корреляции, то произойдет потеря синхронизации.

Режим зеленого поля. В этом режиме полностью используются преимущества систем MIMO. Передача возможна только между многоантенными станциями при наличии унаследованных приемников. Когда идет передача MIMO – системой, обычные станции ждут освобождения канала, чтобы избежать конфликтов. В режиме зеленого поля прием сигнала от систем, работающих по первым двум схемам, возможен, а передача им – нет. Это сделано для того, чтобы исключить из обмена одноантенные станции и тем самым повысить скорость работы. Пакеты сопровождаются преамбулами, которые поддерживаются только станциями MIMO. Все эти меры позволяют максимально использовать возможности систем MIMO-OFDM. Во всех режимах работы должна быть предусмотрена защита от влияния работы соседней

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

станции, чтобы предотвратить искажения сигналов. На физическом уровне модели OSI для этого используются специальные поля в структуре преамбулы, которые оповещают станцию о том, что идет передача и необходимо определенное время ожидания. Некоторые методы защиты принимаются и на канальном уровне. В зависимости от используемой полосы пропускания режимы работы классифицируются следующим образом:

– наследуемый режим. Этот режим нужен для согласования с предыдущими версиями Wi-Fi. Он очень похож на 802.11a/g как по оборудованию, так и по полосе пропускания, которая составляет 20 МГц;

– двойной наследуемый режим. Устройства используют полосу 40 МГц, при этом одни и те же данные посылаются по верхнему и нижнему каналу (каждый шириной 20 МГц), но со смещением фазы на 90°. Структура пакета ориентирована на то, что приемником является обычная станция. Дублирование сигнала позволяет уменьшить искажения, повышая тем самым скорость передачи;

– режим с высокой пропускной способностью. Устройства поддерживают обе полосы частот – 20 и 40 МГц. В этом режиме станции обмениваются только пакетами MIMO. Скорость работы сети максимальна;

– режим верхнего канала. В этом режиме используется только верхняя половина диапазона 40 МГц. Станции могут обмениваться любыми пакетами;

– режим нижнего канала. В этом режиме используется только нижняя половина диапазона 40 МГц. Станции также могут обмениваться любыми пакетами.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Методы повышения быстродействия.

Скорость передачи данных зависит от многих факторов (таблица 3) и, прежде всего, от полосы пропускания. Чем она шире, тем выше скорость обмена. Второй фактор – количество параллельных потоков. В стандарте 802.11n максимальное число каналов равно 4. Также большое значение имеют тип модуляции и метод кодирования. Помехоустойчивые коды, которые обычно применяются в сетях, предполагают внесение некоторой избыточности. Если защитных битов будет слишком много, то скорость передачи полезной информации снизится. В стандарте 802.11n максимальная относительная скорость кодирования составляет до 5/6, то есть на 5 битов данных приходится один избыточный. В таблице 3 приведены скорости обмена при квадратурной модуляции QAM и BPSK. Видно, что при прочих одинаковых параметрах модуляция QAM обеспечивает большую скорость работы.

Таблица 3

Скорость передачи данных при различных типах модуляции

Модуляция	Относительная скорость кодирования	Полоса пропускания МГц	Количество поднесущих	Число каналов	Скорость передачи данных при СР = 800 нс	Скорость передачи данных при СР = 400 нс
BPSK	1/2	20	52	1	6,5	7,2
64-QAM	5/6				65	72,2
BPSK	1/2			2	13	14,4
64-QAM	5/6				130	144
BPSK	1/2			3	19,5	21,7
64-QAM	5/6				195	216,7
BPSK	1/2			4	26	28,9
64-QAM	5/6				260	288,9
BPSK	1/2	40	108	1	13,5	15
64-QAM	5/6				135	150
BPSK	1/2			2	27	30
64-QAM	5/6				270	300

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

BPSK	1/2			3	40,5	45
64-QAM	5/6				405	450
BPSK	1/2			4	54	60
64-QAM	5/6				540	600

Библиографический список

1. Смирнов И. Г. Структурированные кабельные системы – проектирование, монтаж и сертификация / И. Г. Смирнов. – Л.: Экон-Информ, 2005.

2. "Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Практическое руководство по изучению, разработке и использованию беспроводных ЛВС стандарта 802.11" / Педжман Рошан, Джонатан Лиэри. – М.: Cisco Press Перевод с английского Издательский дом “Вильямс”,2004

3. "Анатомия беспроводных сетей" / Сергей Пахомов. – Компьютер-Пресс, №7, 2002

4. "Беспроводные сети. Первый шаг" / Джим Гейер. – М.: Издательство: Вильямс, 2005

5. "Современные технологии и стандарты подвижной связи" / Кузнецов М.А., Рыжков А.Е. – СПб.: Линк, 2006

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 534.1

Щитов А.Н. Описание структуры инфокоммуникационной системы связи для муниципального образования

Description of the structure of the infocommunication communication system for the municipal entity

Щитов А.Н.
Юго – Западный государственный университет
Shchitov A.N.
Southwestern State University

Аннотация. *В условиях комплексной динамичной структурной трансформации органов власти Российской Федерации возникает объективная необходимость в постоянном развитии теории управления, исследовании и осмыслении новых методических и методологических подходов к организации управленческой деятельности на всех уровнях иерархии. Одним из решений по автоматизированному управлению является внедрение компьютерных технологий в структуры контроля.*

Ключевые слова: *соединительная линия, терминальный мультиплексор, аналого-цифровое преобразование.*

Abstract. *In the conditions of complex dynamic structural transformation of the authorities of the Russian Federation, an objective need arises for the continuous development of the theory of management, research and understanding of new methodological and methodological approaches to the organization of managerial activities at all levels of the hierarchy. One of the solutions for automated management is the introduction of computer technologies in control structures.*

Keywords*: connecting line, terminal multiplexer, analog-to-digital conversion.*

Целью расчёта состава станционного оборудования является определение количества следующих модулей:

- линейный коммутационный модуль;
- комплект станционного окончания.

Ступень абонентского искания состоит из нескольких линейных коммутационных модулей, в каждый из которых могут быть включены до 128 абонентских линий, 8 приёмо-передатчиков тонального набора и один 32-канальный комплект станционного окончания удалённой ступени или опорной ступени.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Число модулей нескольких линейных коммутационных модулей рассчитаем по формуле (1):

$$LSM = N_a / 128, \quad (1)$$

где N_a - ёмкость проектируемой АТС.

$$LSM = 2048 / 128 = 16 \text{ модулей.}$$

Комплекты станционного окончания состоят из комплектов на печатных платах, вставленных в магазин, и работают в качестве стыка между ИКМ и ступенью Е1. На каждые 30 разговорных канала устанавливается один комплект станционного окончания. Количество требуемых комплектов комплект станционного окончания для проектируемой АТС определим по формуле (2):

$$ETC = N_к / 30, \quad (2)$$

где $N_к$ - количество каналов.

$$ETC = 230 / 30 = 8 \text{ комплектов.}$$

В таблице 1 приведено количество необходимых модулей.

Таблица 1

Количество необходимых модулей

Наименование комплектов	Количество комплектов
линейный коммутационный модуль	16
комплект станционного окончания	8

Конструкция и расположение оборудования

Так как система АХЕ-10 модульного построения, поэтому оборудование АТС имеет модульную механическую структуру. Модульная конструкция

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

обеспечивает простое обслуживание. Особенно большое значение это имеет при поставке, монтаже и самой эксплуатации оборудования.

Оборудование станции АХЕ-10 размещено в шкафах. Конструкция этих шкафов обеспечивает прочность при значительных механических напряжениях и позволяет транспортировать шкафы с смонтированным в них внутренним оборудованием. В каждом шкафу имеются пять или шесть полок, на которых размещены кассеты с платами или другие части оборудования. Наружный корпус шкафа служит электромагнитным экраном. На задней стороне шкафа имеется вытяжное отверстие для отвода тепла к верху шкафа.

Механическая конструкция, применяемая на АХЕ, обеспечивает естественное охлаждение циркуляцией воздуха. Холодный воздух входит через отверстия на дверях шкафов и циркулирует между печатными платами в магазинах. Установка для кондиционирования воздуха на потолке снижает температуру воздуха, и холодный (тяжёлый воздух) спускается на пол и охлаждает аппаратуру. Установка для кондиционирования воздуха устанавливается между рядами шкафов, предотвращая таким образом повреждение аппаратуры водой, капающей из неисправного оборудования.

К базовым аппаратным компонентам, которые образуют механическую структуру АХЕ, относятся:

- печатные платы;
- кассеты (магазины), в которых размещены печатные платы;
- кабели и разъёмы с соединительными панелями и отдельными кассетами.

Печатные платы изготовлены из многослойного стеклопластика. Разъёмы, расположенные на краю печатной платы, служат для соединения этой платы с общей платой магазина.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Кассеты являются базовыми блоками модульного оборудования и применяются для размещения и крепления печатных плат. Кассета представляет собой раму для печатных плат с задней панелью, являющейся монтажным блоком. Печатные платы вставляются в гнёзда панелей, и стыкуются с разъёмами монтажного блока. Кассеты могут быть разных размеров, в зависимости от типа оборудования. Чтобы облегчить замену магазинов или печатных плат в магазинах, все кабели, подводимые к кассетам, подключаются с передней стороны магазина. Оттуда кабели ведутся к экранированным кабелепроводам.

Все магазины заземлены через алюминиевый профиль, который смонтирован с передней стороны магазина.

Механическая конструкция, применяемая для АХЕ, не задаёт никаких ограничений, касающихся взаимного размещения шкафов и магазинов. Шкафы обычно устанавливаются линейно, задними сторонами друг к другу, образуя сдвоенные ряды. Расстояние между рядами можно выбрать соответственно любому размеру прохода. Стандартная ширина прохода для АХЕ-10 равна 800 мм. Такая ширина пригодна для покрытия стандартными плитками фальшпола. Этот пол рекомендуется применять в новых зданиях АТС. Оборудование монтируется на раме пола, имеющей те же размеры, что и основание шкафа. Кабельный пол перекрывает только пространство между шкафами и их ближайшим окружением. Пол имеет высоту 180 мм, что достаточно для прокладки кабелей и кабелепроводов.

Выбор активного оборудования сети

Для обеспечения проводного выхода в интернет в здании органа власти необходимо активное сетевое оборудование: маршрутизаторы, коммутаторы, серверы. Количество абонентов сети задано по ТЗ и равно 216, с учетом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

двойного резервирования на случай строительства второго корпуса. Итого имеем 532 (216·2) рабочих места и 216 (108·2) офисных помещений.

В каждом офисе по 2 розетки. При настройке коммутатора будет создано 108 виртуальных сетей (vlan, по количеству офисов). Таким образом, в каждом vlan будет по 2 ip-адреса и один дополнительный на случай, если в офисе определят еще одно рабочее место. Получается: 180·2+108=324 ip – адреса. Далее эту цифру следует разделить как минимум на 2, так как не все работники захотят пользоваться интернетом. В итоге получаем: 162 ip – адреса.

Эту информацию следует знать для выбора активного сетевого оборудования.

В итоге поиска был выбран коммутатор HP V1905-48. Это стандартный управляемый коммутатор на 48 портов высотой 1U фирмы HewlettPackard, поддерживающий возможность разбития общей сети на виртуальные сети , изображенные на рисунке 1

Рисунок 1. Коммутатор HP V1905-48

Для того чтобы обеспечить работу в интернете 162м ip-адресам, необходимо использовать 4 коммутатора.

Был выбран следующий маршрутизатор: HP MSR30-20 Router, изображенный на рисунке 2.2. Он имеет 1 гигабитный и 1 мегабитный разъемы под глобальную сеть и 4 разъема для коммутаторов. В данном случае понадобится всего 2 разъема, а остальные будут резервными на случай расширения сети организации.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Встроенные функции и сервисы в маршрутизаторе следующие: Telnet, FTPserver, DHCPserver, DNSclient и др. Все эти функции необходимы для работы в сети Интернет.

Рисунок 2. Маршрутизатор HP MSR30-20

Решения на базе NAS оптимальны для небольших организаций (до 500 абонентов), так как позволяют создать сеть хранения информации любой емкости без больших затрат.

Была выбрана следующая NAS: HP сетевая система хранения X1400 G2 Network Storage Systems 4Tb, изображенная на рисунке 3.

Рисунок 3 . Система NAS

Конфигурация следующая:

- внутренние жёсткие диски SATAпо 1 ТБ;
- процессор Intel® Xeon® E5503 (2,00 ГГц);
- модуль памяти 4 ГБ DDR3 Registered;
- по меньшей мере один свободный слот свободный слот расширения PCIe;
- сетевой контроллер на 1 Гб;
- количество пользователей 10 – 1300;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- предварительноустановленнаяОСWindows Storage Server 2008 R2, Standart x64 Edition;
- форм-фактор 1U.

При проектировании системы управления ИКС был выбран сервер Intel® ServerSystems 1630 2xXeonSata, изображенный на рисунке 4. Двухпроцессорный сервер высотой 1U для установки в стандартный 19-дюймовый шкаф. Главное назначение - размещение сервера на площадке провайдера для WEB-хостинга. Возможна установка двух фиксированных 2"5 или 3"5 дисков SATA. Основные достоинства: компактность, небольшая цена, высокая производительность благодаря использованию двух 4-ядерных серверных процессоров Intel Xeon серии 5600. Выбор основан прежде всего из требований программного обеспечения и ориентировочной оценки требований к быстродействию системы.

Рисунок 4. Сервер Intel

Характеристики сервера:

- два 4-ядерных процессора Intel® Xeon® 5600 серии;
- 8 слота памяти DDR3;
- 2 жестких диска SATA;
- 2 гигабитных сетевых порта;

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- совместимость с различными операционными системами.

Для обеспечения интеграции различных модулей на сервере необходимо установить операционную систему и модульное программное обеспечение. Из всего списка поддерживаемых сервером операционных систем была выбрана следующая: Windows Server Standard 2012 64Bit на 2 процессора.

Выбор пассивного сетевого оборудования

К пассивному сетевому оборудованию относят: стойки, коммутационные панели. Также необходим источник бесперебойного питания на случай отключения электричества.

Коммутационная панель (патч-панель) - одна из составных частей структурированной кабельной системы (СКС). Представляет собой панель с множеством соединительных разъёмов, расположенных на лицевой стороне панели. Существует два типовых способа использования коммутационных панелей. В первом случае, коммутационная панель используется как точка коммутации между портами активного сетевого оборудования (АСО) и портами рабочих мест, через кабель горизонтальной подсистемы СКС. Коммутация осуществляется коммутационными шнурами от панели до портов АСО. Во втором случае, так называемое двойное представление порта, коммутационные панели используются попарно, одна из панелей представляет порты АСО, а вторая — порты рабочих мест. Коммутация осуществляется коммутационными шнурами между панелями.

В данном случае патч-панели будут использоваться как точка коммутации между портами активного сетевого оборудования (коммутаторами) и портами рабочих мест.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Была выбрана 19-дюймовая патч-панель фирмы Hyperline, изображена на рисунке 2.5. Это патч-панель 5е категории с высотой 2U на 48 портов, устанавливается в стандартный 19 дюймовый шкаф.

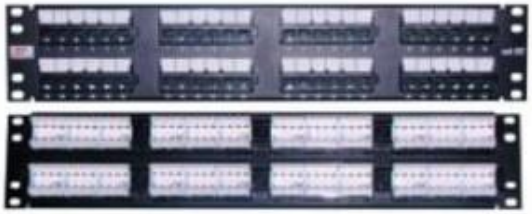


Рисунок 5. Коммутационная панель

Учитывая, что патч-панель на 48 портов, то на 162 ip-адреса потребуется 4 патч-панели.

Был выбран ИБП фирмы APC: APC Smart-UPS 3000VA USB&Serial 230V, изображенный на рисунке 6. Это ИБП с выходной мощностью 2700 Ватт и номинальным напряжением 230 Вольт. Продолжительность работы под половинной нагрузкой – 11,3 минуты, под полной нагрузкой - 3 минуты. Высота – 2U.

Рисунок 6. ИБП фирмы APC

Все сетевое оборудование, которое должно стоять в стойке, уже подобрано. Зная размеры этого оборудования, можно подобрать саму стойку с оптимальной высотой.

Размеры и количество сетевого оборудования можно представить в виде таблицы 2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 2

Размеры сетевого оборудования

Сетевое оборудование	Количество	Размер	Итого
Коммутатор	4	1U	4U
Маршрутизатор	1	1U	1U
Патч-панель	4	2U	8U
ИБП	1	2U	2U
Система NAS	1	1U	1U
Веб- сервер	1	1U	1U
Итого:		17U	

Как представлено в таблице 2 расчет всего сетевого оборудования происходит с учетом того, что количество подключенных пользователей в 2 раза меньше рабочих мест. Необходимо учитывать возможность масштабируемости сети, то есть увеличение подключенных пользователей.

Проведем расчеты для определения количества оборудования для подключения к интернету всех пользователей.

Исходя из устанавливаемого оборудования имеем 324 ip-адреса, коммутатор на 48 портов, патч–панели на 48 портов. 324 / 48 = 6,75. Получается необходимо 7 коммутаторов и 7 патч-панелей на всех пользователей. Результаты занесем в таблицу 3.

Таблица 3

Результаты расчета размера оборудования

Сетевое оборудование	Количество	Размер	Итого

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Коммутатор	7	1U	7U
Маршрутизатор	1	1U	1U
Патч панель	7	2U	14U
ИБП	1	2U	2U
Система NAS	1	1U	1U
Веб- сервер	1	1U	1U
Итого:		26U	

Таким образом, получили стойку высотой 26U.

Данная таблица актуальна только для одного здания, в котором будет располагаться маршрутизатор, система NAS и веб – сервер. В другом здании размер стойки соответственно будет на 3U меньше: 23U.

Для предотвращения перегрева всем устройствам в стойке необходима вентиляция. Кроме того, желательно серверную располагать в помещении с температурой не больше 18 °C. Поэтому размер стойки должен быть немного больше, чем посчитанный. Для оборудования, рассчитанного на половину рабочих мест, размер стойки должен быть не менее 29U, для оборудования, рассчитанного на все рабочие места – не менее 42U.

Логическая схема сети интернет

Сетевое оборудование и программное обеспечение подобрано. Теперь нужно составить логическую схему сети, изображенную на рисунке 7. Другими словами, каким образом располагается оборудование в сети.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

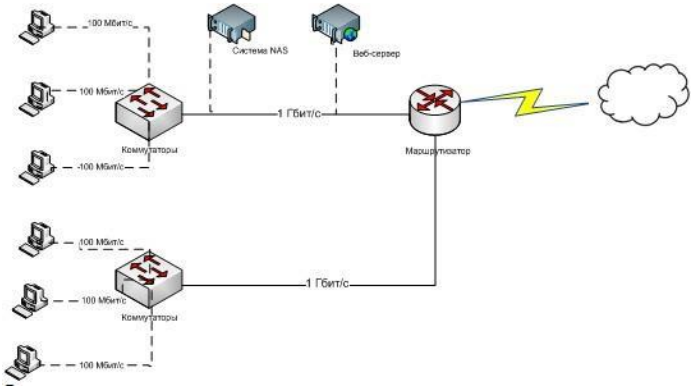


Рисунок 7. Общая логическая схема сети интернет

Охранно-пожарная сигнализация

Промежуточным звеном между системами пожарной сигнализации, контроля доступа и центральным сервером безопасности является система сбора и обработки информации с датчиков ПОС и СКУД. Множество фирм предлагает такое оборудование, например 2 ведущие отечественные фирмы: «Сигма-ИС» с серией «Рубеж» и «Болид» с серией «С2000». Мы остановимся на продукции компании «Сигма-ИС», т.к. для офисного здания небольших размеров желательно все узлы ПОС и СКУД объединить в одном месте внутри одного приемно-контрольного пожарно-охранного прибора (ППКОП). Из списка возможных для подключения к ИСБ «Интеллект» ППКОП выберем модель «Р-060», потому что именного она предназначена для создания интегрированных систем безопасности малых и средних объектов.

Прибор предназначен для создания интегрированных систем безопасности малых и средних объектов. Полный набор подсистем с развитыми возможностями: охранная сигнализация, тревожная сигнализация, пожарная сигнализация, технологическая сигнализация, контроль и управление доступом, управление исполнительными устройствами, а также аппаратная интеграция подсистем на уровне оборудования и независимость работы от компьютера позволяют создавать надежные системы. В каждом здании необходимо

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

установить по одному устройству. Таким образом, необходимо установить 300 извещателей.

Таблица 3

Технические характеристики ИП212/101-2-A1R

Диапазон чувствительности соответствует оптической плотности среды:	0,05 - 0,2 дБ/м
Инерционность срабатывания дымового канала:	10 сек
Температура срабатывания при медленном повышении:	58°С
Срабатывание при скорости повышения температуры	8°С/мин и более
Класс теплового канала	A1R
Средняя площадь, контролируемая одним извещателем:	до 110 м2
Допустимый уровень воздействия фоновой освещенности:	12000 лк
Допустимая скорость воздуха:	до 20 м/с
Рабочее напряжение:	от 8 до 30 В
Амплитуда пульсаций напряжения питания:	±2 В, макс.
Номинальный ток в дежурном режиме:	не более 85 мкА
Допустимый ток в режиме "Пожар":	50 мА, макс.
Высота с базой Е1000В:	50 мм
Диаметр:	102 мм
Вес с базой Е1000В:	120 г
Размер лазерного тестера ЛТ:	83x30x15 мм
Вес лазерного тестера ЛТ:	30 г
Диапазон рабочих температур:	-30°С +70°С
Максимально допустимая относительная влажность:	95%
Степень защиты оболочки извещателя:	IP23

Извещатель охранный поверхностный, предназначен для использования в составе систем охранной сигнализации, совмещая два независимых канала обнаружения:

— акустический канал - обнаружение разрушения всех видов строительных стекол: обычного, закаленного, узорчатого, армированного, многослойного, ламинированного, а также стеклянных пустотелых блоков;

— инфракрасный канал - обнаружение проникновения в охраняемое пространство закрытого помещения.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В каждом крупном помещении (более 30 кв.м.) необходимо установить не менее одного устройства - итого 200 шт.

Таблица 4

Технические характеристики «ОРЛАН» (ИО315-1)

Дальность действия по АК каналу	6 м
Дальность действия по ИК каналу	12 м
Минимальная площадь листового стекла, контролируемая акустическим каналом	0,1 м2
Потребляемый ток	35 мА
Степень защиты оболочки	IP30
Диапазон рабочих температур	-20 ... +45° С
Габаритные размеры	124x68x51 мм
Масса	0,15 кг

Для регистрации открытия дверей и окон используются извещатели охранные точечные магнитоконтактные.

Технические характеристики:

- коммутируемый ток: от 0,001 до 0,5А;
- коммутируемое напряжение: от 0,02 до 72В

(макс. коммутируемая мощность не более 10Вт).

Габаритные размеры:

- датчика 40x13x10;
- магнита 40x13x10.

Масса не более:

- датчика 0,01 кг;
- магнита 0,015 кг;
- диапазон температур: от -40°С до +50°С;
- относительная влажность: 98% при 35°С;
- сопротивление замкнутых контактов: не более 0,5 Ом.

Общее количество - 300 шт.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Извещатель ИО-101-2 «КНФ-1» (кнопка тревожной сигнализации), устанавливаемый на объекте, предназначен для организации тревожного сигнала на объектовый прибор приемно-контрольный (ППК).

В состав ИО-101-2 «КНФ-1» входит микропереключатель. При срабатывании кнопки (размыкание контактов микропереключателя) на входе ППК происходит разрыв шлейфа сигнализации. Возврат в исходное положение возможен только с помощью ключа и замка. Используется так же для разблокировки электрозамков. Необходимо по одному на каждую точку прохода. Общее количество - 3 шт.

Система контроля доступа

Электромагнитные замки предназначены для использования в системах контроля доступа и автоматики пожарных и запасных выходов, а также в помещениях, где предъявляются самые жесткие требования к исполнительному механизму:

- высокая надежность;

- исключительная износоустойчивость;

- вандалозащищенность.

Вызывная панель видеодомофона — это устройство, предназначенное для оповещения абонента о визите, упрощения идентификации визитера и осуществления двусторонней связи между ними посредством переговорного устройства.

Являясь одной из составных частей системы контроля доступа, вызывная панель видеодомофона обеспечивает дополнительный заградительный барьер, позволяющий владельцу самостоятельно принимать решение о допуске посторонних лиц в охраняемое помещение. Отбор

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

осуществляется на основании аудиовизуальной идентификации, для чего в корпусе устройства установлены: видеокамера, переговорное устройство, реле управления электромагнитным либо электромеханическим замком, ИК-подсветка. Панель соединена непосредственно с видеомонитором, на который и передается изображение. Общее количество - 4 шт.

Видеонаблюдение

Использование ИСБ позволяет интегрировать подсистему видеонаблюдения в многофункциональный комплекс.

Существуют два принципиально разных типа систем видео наблюдения – цифровые(сетевые ip) камеры и аналоговые. Рассмотрим вариант применения на объекте полностью цифровой системы.

В целом использование сетевых видеокамер заметно удорожает систему, но преимущества их использования, как части интегрированной системы, очевидны.

1) Нет необходимости использования видеорегистраторов для обработки и хранения информации – видео в цифровом виде обрабатывается центральным сервером «Интеллект», что позволяет применять интеллектуальные системы распознавания видеоизображения и автоматического принятия решений.

2) Высочайшее разрешение, позволяющее распознавать мелкие детали изображения, в том числе лица. Это особенно актуально, т.к. видеокамера будет использоваться для контроля доступа сотрудников через служебные входы.

3) На объекте уже существует распределенная ЛВС(LAN). При небольшом количестве используемых камер не потребуется создание новой инфраструктуры.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

4) На объекте присутствует персонал, ответственный за работу сетей, поэтому не придется нанимать новых специалистов для поддержки видеосети.

Поэтому подсистема видеонаблюдения будет построена с использованием комплекса ip-камер наблюдения. Необходимое количество указана в техническом задании - 48 шт. Основные технические характеристики на мегапиксельные видеокамеры представлены в таблице 4.

Таблица 4

Основные технические характеристики на мегапиксельные видеокамеры Smartec STC-IPM2090A:

Параметры	Значения
Чувствительный элемент	1/3” КМОП-матрица Micron Progressive Scan
Количество пикселей	1280x1024
Чувствительность	0.5 лк (F1.8, 30 IRE, макс. АРУ)
Разрешение видеокамеры	SXGA (1280x1024) при 8 к/с
	HD720 (1280x720) при 10 к/с
	VGA (640x480) при 25 к/с
Форматы сжатия	MPEG-4/MJPEG
Объектив	Мегапиксельный без АРД 4.2 мм/F1.8 (в комплекте)
Электронный затвор	1/10-1/2000 с
Баланс белого	6 режимов (Авто/Ручной/Фикс./Внутр.1/Внутр.2/Внеш.1/Внеш.2)
Компенсация встречной засветки	Есть
АРУ	Авто (настраиваемая)
Отношение сигнал/шум	>44 дБ
Синхронизация видеокамеры	Внутренняя
Аудиосжатие	8 кГц, моно, PCM
Детектор движения	Аппаратный, 3 области детекции
Тревожные входы/выходы	TTL, 1 вход, 1 выход
Скорость передачи данных	От 28 Кбит/с до 3 Мбит/с
Подключение к сети	Ethernet 10/100Base-T, RJ-45
Поддерживаемые протоколы	TCP, UDP, IP, HTTP, DHCP, PPPoE, RTP, RTSP, FTP, SMTP, DNS, DDNS, NTP, ICMP, IGMP, ARP, 3GPP

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Параметры	Значения
Безопасность	Защита паролем; изменение настроек видеокамеры – только администратор
Веб-браузер	Internet Explorer 6.0 или выше
Диапазон рабочих температур	0°... +50° С
Напряжение питания	PoE (IEEE 802.3af), класс 3 или 12 В пост. тока +/-10
Потребляемая мощность	3.3 Вт (DC 12 V) 4.3 (PoE)
Габариты	67x55x129.5 мм
Масса	400 г

Взаимная интеграция в единую инфокоммуникационную систему

Для решения задачи интеграции всех рассматриваемых выше подсистем в единую многофункциональную необходимо настроить управляющую вычислительную системы, реализовать коммутацию цифровых управляющих модулей каждой подсистемы с головной, выбрать программное обеспечение и реализовать управление.

В состав инфокоммуникационной системы (ИКС) будет входить система контроля и управления доступом (СКУД), система видеонаблюдения, локальная вычислительная сеть (ЛВС), система пожарно - охранной сигнализации (ОПС), показана на рисунке 8.

В настоящее время действует 3 основных стандарта в области ИКС:

- TIA/EIA-568C Commercial Building Telecommunications Wiring Standard (американский стандарт);

- ISO/IEC IS 11801-2002 Information Technology. Generic cabling for customer premises (международный стандарт);

- CENELEC EN 50173 Information Technology. Generic cabling systems (европейский стандарт).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В стандарте EIA/TIA-568C для кабельных линий и для компонентов (кабелей и разъемов) определены следующие категории: категория 3, пропускающая сигнал в полосе частот до 16 МГц, категория 5е — полоса частот до 100 МГц, категория 6 — полоса частот до 250 МГц, категория 6А — полоса частот до 500 МГц. В стандарте ISO 11801-2002 и EN 50173 определены классы для кабельных линий: в полосе частот до 16 МГц класс С, в полосе до 100 МГц класс D, в полосе до 250 МГц класс Е, в полосе до 500 МГц класс Е(А), в полосе до 600 МГц класс F(A).

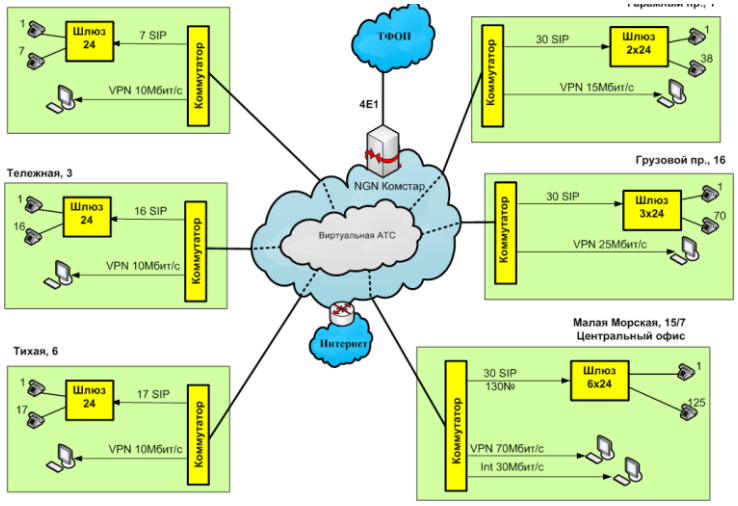


Рисунок 8. Логическая схема ИКС

В настоящее время действует 3 основных стандарта в области ИКС:

- TIA/EIA-568C Commercial Building Telecommunications Wiring Standard (американский стандарт);

- ISO/IEC IS 11801-2002 Information Technology. Generic cabling for customer premises (международный стандарт);

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

- CENELEC EN 50173 Information Technology. Generic cabling systems (европейский стандарт).

В стандарте EIA/TIA-568C для кабельных линий и для компонентов (кабелей и разъемов) определены следующие категории: категория 3, пропускающая сигнал в полосе частот до 16 МГц, категория 5е — полоса частот до 100 МГц, категория 6 — полоса частот до 250 МГц, категория 6А — полоса частот до 500 МГц. В стандарте ISO 11801-2002 и EN 50173 определены классы для кабельных линий: в полосе частот до 16 МГц класс С, в полосе до 100 МГц класс D, в полосе до 250 МГц класс Е, в полосе до 500 МГц класс Е(А), в полосе до 600 МГц класс F(A).

Задаваемый действующими стандартами технический уровень элементной базы гарантирует работоспособность устанавливаемой кабельной системы и поддержку ею работы существующих и перспективных приложений на протяжении как минимум 10 лет.

Необходимо выполнить технико-экономическое обоснование на проектирование на базе оборудования АХЕ–10, абонентской емкостью 2048 номеров. Рассматриваемая телефонная станция системы АХЕ–10 отражает прогрессивное направление в развитии телефонной сети, обладает высокими свойствами адаптации к существующей аналоговой сети, имеет высокие технико-эксплуатационные характеристики. Станция обеспечивает: все основные телефонные функции (местные, исходящие и входящие, междугородние соединения); большое количество дополнительных услуг (абонентская линия с декадным/ частотным набором, повторение последнего набранного номера, запрет исходящей/ входящей связи, конференц-связь, определение злонамеренного вызова, перенаправление вызова и другие); подключение дополнительных абонентских устройств (модемы, факсимильные

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

аппараты, автоматические определители номера, автоответчики); подключение к сети Интернет, электронной почте.

Экономичность станции системы АХЕ–10 заключается, прежде всего, в ее модульности, благодаря которой она хорошо адаптируется к требованиям рынка в отношении производительности, энергопотребления, емкости и функций.

При проектировании новой АТС практически всегда ставится вопрос о выборе оборудования.

В настоящее время из-за большой насыщенности рынка телекоммуникаций различными системами, имеющими примерно одинаковые технические характеристики, проблема выбора чисто технико-экономической задачей.

Для реализации данного проекта было принято решение использовать цифровую коммутационную систему АХЕ–10, для сравнения приведем стоимость оборудования системы SI 2000 фирмы “Iskratel”(Словения). Сводка цен на приобретение оборудования приведена в таблице 5.

Таблица 5

Сводка цен оборудования SI 2000

Наименование оборудования	Количество, единиц	Стоимость одной единицы, долл. США	Общая стоимость, долл. США
Модуль ASM	4	24000	96000
Модуль RASM	2	15625	31250
Модуль ANM	6	10000	60000
Модуль DNM	6	4000	24000
Модуль CHM	1	5000	5000
Модуль ADM	1	5200	5200
Модуль GSM	1	20850	20850
Шкафы	--	--	22200
ПО	--	--	40000
Кросс	2000	30	60000
ЭПУ	--	--	20000

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Наименование оборудования	Количество, единиц	Стоимость одной единицы, долл. США	Общая стоимость, долл. США
Оборудование для технического обслуживания	--	--	2000
ЗИП	1	19900	19900
Итого стоимость оборудования ($Ц_{нт}$):	--	--	407000

Приведем стоимость приобретенного проектируемого оборудования AXE – 10 в таблице 6

Таблица 6

Сводка цен оборудования AXE–10

Наименование оборудования	Количество, единиц	Стоимость одной единицы, долл. США	Общая стоимость, долл. США
Модуль LSM	16	6000	96000
Модуль ETC	8	6000	48000
Шкафы	--	--	16200
ПО	--	--	16000
Кросс	2048	30	61440
Оборудование для технического обслуживания	--	--	2000
ЗИП	1	14500	14500
Итого стоимость оборудования ($Ц_{нт}$):	--	--	260000

В результате произведенных сравнений исходя из таблиц 5 и таблицы 6, сделаем вывод, что оборудование системы AXE –10 экономически выгоднее оборудования системы SI 2000.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Расчет единовременных затрат

Для расчета единовременных затрат составим смету на приобретение оборудования на основе сводной расценочной приемно-сдаточной ведомости на оборудование ЭАТС АХЕ –10.

Капитальные вложения в сфере введения в эксплуатацию нового изделия включают все единовременные затраты и текущие издержки, которые несёт потребитель в связи с переходом к эксплуатации нового изделия.

Единовременные затраты ($К_п$) определяются по формуле (3):

$$К_п = Ц_{нт} + К_р + К_м, \quad (3)$$

где $Ц_{нт}$ - стоимость оборудования, руб.;

$К_р$ - затраты на растаможивание оборудования, 2,5% от стоимости оборудования для развивающихся стран, руб.;

$К_м$ - затраты на установку, монтаж и наладку, 5-8 % от стоимости оборудования, руб.

По безналичному курсу Центробанка РФ на 01.05.2013г. доллар США равен 31 рубль.

$Ц_{нт}$= 260000 · 2150 = 8060000 руб.

$К_р$ = 260000 · 2150 · 2,5 / 100 = 201500 руб.

$К_м$ = 260000 · 2150 ·5 /100 = 403000 руб.

$К_п$ = 8060000 + 201500 + 403000 = 8664500 руб.

Расчет годового дохода от основной деятельности АТС

Доходы от основной деятельности АТС состоят из:

- разовых доходов (подключение новых абонентов);
- текущих доходов (абонентская плата).

В таблице 7 приведены разовые доходы от основной деятельности.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 7

Разовые доходы от основной деятельности АТС

Наименование доходов	Количество абонентов	Тариф на услуги связи на 01.04.04, руб.	Доход, руб.
Установка и подключение основного телефона: народно-хозяйственный сектор квартирный сектор	 526 1512	 1000 1000	 526000 1512000
Установка и подключение факсимильного аппарата, модема, АОНа: народно-хозяйственный сектор квартирный сектор	 110 350	 1000 1000	 110000 350000
Регистрация абонента с коммутируемым доступом в Интернет: народно-хозяйственный сектор квартирный сектор	 30 20	 100 100	 3000 2000
Итого разовых доходов (Др):	--	--	2503000

В таблице 8 приведены текущие доходы от основной деятельности

Исходя из того, что нормативный срок окупаемости станции составляет 3,4 года, можно разнести на этот срок сумму разовых доходов от основной деятельности АТС, получаемых единовременно при подключении новых абонентов.

Величину разовых доходов, приходящихся на 1 год, рассчитаем по формуле (4).

$$Д\,р\,/\,год = Д\,р \cdot К, \qquad (4)$$

где К - коэффициент приведения, 0,16.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 8

Текущие доходы от основной деятельности

Статьи доходов	Количество абонентов	Тариф на услуги связи на 01.05.013, руб./мес.	Доход в месяц, руб./ мес.	Годовой доход, руб. / год
1	2	3	4	5
Основная абонентская плата: народно-хозяйственный сектор квартирный сектор	526 1512	354 187	186204 282744	2234448 3392928
Абонентская плата за факсимильный аппарат, модем, АОН: народно-хозяйственный сектор квартирный сектор	90 200	117 48	10530 9600	126360 115200
Абонентская плата за услуги Интернет: народно-хозяйственный сектор квартирный сектор	30 20	496 197	14880 3940	178560 47280
Повременный учет стоимости разговоров: местные разговоры: народно-хозяйственный сектор (при среднестатистической продолжительности разговоров одного абонента 825 минут в месяц) квартирный сектор (при среднестатистической продолжительности разговоров одного абонента 430 минут в месяц) междугородние и международные разговоры: народно-хозяйственный сектор (при среднестатистической оплате разговоров одного абонента 5000 руб. в месяц)	526 1512 526	1,04 0,575 --	5470,4 869,4 263000	6564,5 10432,8 3156000
квартирный сектор (при среднестатистической оплате разговоров одного абонента 5000 руб. в месяц)	1512	--	756000	9072000
Доход от таксофонов по магнитным картам (при среднестатистическом доходе от одного таксофона 19350 руб. в месяц)	10	--	193500	232200
Итого текущих доходов (Дт):	--	--	--	18571973,3

Д р / год = 850123550 · 0,16 = 13601976,8 руб. / год

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Общую сумму годовых доходов от основной деятельности АТС определим по формуле (5).

$$Д_г = Д_т + Д_р \text{ / год,} \quad (5)$$

$$Д_г = 185719733 + 136019768 = 321739501 \text{ руб. / год}$$

В статье был проведен анализ существующих вариантов построения различных по функциям составляющих ИКС: системы локальной вычислительной сети, цифровой телефония, аналогового и цифрового видеонаблюдения, системы контроля и управления доступом, охранно–пожарной сигнализации.

Рассмотрены основные характеристики установленного оборудования перечисленных систем, с целью выявления узлов для совместной коммутации и интеграции в единую автоматизированную ИКС. В результате выявлено следующее:

– для интеграции локально вычислительной сети в ИКС нет серьёзных трудностей. Для реализации необходимы комплект патч–кордов и процедура перераспределения IP – адресов;

– для интеграции системы цифровой телефонии требуется также программирование АТС на распределение четырёх потоков E1 по VoIP;

– интеграция системы СКУД требует подключения к серверу с установленным ПО Legos посредством конвертера интерфейса USB-RS485;

– внедрение охранно–пожарной сигнализации возможно при использовании удаленно управляемого по протоколу RS232 блока синхронизации и системного монитора.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

После определения коммутационных узлов и вариантов взаимного подключения был проведен расчет количества оборудования для построения ИКС. Результатом явилось следующее:

– доработка локально-вычислительной сети требует установки 7 коммутаторов, 2 маршрутизаторов и одного сервера (который является управляющим для всей ИКС) с целью расширения абонентов для сети интернет;

– для доработки цифровой АТС необходима установка 16 линейных коммутационных модулей и 8 комплектов станционного окончания;

– осуществление удаленного мониторинга для системы СКУД возможна после установки четырёх комплектов оборудования в каждый из которых входят: 2 считывателя проксимити-карт, 1 контроллер прохода, 1 электромагнитный замок, 1 геркон.

– обновление ОПС требует установки комплекта из 40 извещателей различного типа.

Контроль ИКС осуществляет программное обеспечение, установленное на сервере.

Библиографический список

1. Сети TCP/IP. Ресурсы Microsoft Windows 2000 Server / Microsoft Corporation. - М.: "Русская редакция", 2001.
2. Эффективное программирование TCP/IP / Спейдер Й. - СПб.: Питер, 2001.
3. TCP/IP: архитектура, протоколы, реализация / Сидни Фейт - М.: "Лори", 2000.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.5

Tokumaru K., Nedbailik S.The digital linguistics: three breakthroughs in speech sound and the adaptation/exploitation of brain mechanisms for linguistic processing

Kimon Tokumaru,
Japan, Tokyo
Sabina Nedbailik,
Russia, Petrozavodsk

Abstract. *In this article the authors hypothesize that the language of modern humans is a digital evolution of mammal analog vocal sign communication based on in-brain vertebrate sign reflex mechanisms. Analog signs are frequency patterns. It is not easy to differentiate and share more than 100 different analog signs with respective meanings. Digital signs are generated by permutations of distinctive elements, phonemes, and it is easy to generate infinite and unique signs. In the brain, sign reflex mechanisms seem to be operated by immune cell networks. Antigen and antibody molecular structures constitute specificity pairs and cope with infinite sign waveforms or shapes. The author identifies that there are three evolutionary breakthroughs (BTs) in speech sound, namely, (i) the acquisition of phonemes and accents, (ii) character set and literacy, and (iii) electronization and keyword search by computer networks. The author looks for how linguistic humans should develop themselves to cope with these breakthroughs.*

Keywords: *digital evolutions, vertebrate sign reflex mechanism, literacy, computer networks, lifelong intellectual curiosity.*

1. Digital Evolution of Vertebrate Sign Reflex Mechanism (BT I)

1.1. *Digital Nature of Information in Transmission*

Maynard Smith and Szathmary (1999) concluded in “the origins of life”: *The analogy between the genetic code and human language is remarkable. ... in both systems a linear sequence of a small number of kinds of unit can specify an indefinitely large number of outcomes. ... the discrete, digital nature of the units is probably necessary...It would be interesting to know how far these languages are digital.* The author hypothesized and investigated that the language of modern humans is a digital evolution of mammal analog vocal sign communication, which is

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

supported by vertebrate spinal sign reflex mechanisms. Analog signs are frequency patterns and it is not easy to share more than 100 signs by animals, and thus the number of signs is limited. On the other hand, digital signs are generated by discrete phonemic permutations and thus it is easy to generate infinite, or more than millions of, unique signs.

The evolution from analog to digital signs is the acquisition of logical property, phonemes. Phonemes are mutually distinctive phonetic elements to be shared by linguistic community members. Each linguistic community has different and limited number of phonemes. By duplicate permutations, phonemes generate an infinite number of word signs

1.2. *Language Faculty is Not in the Neocortex*

The author identifies that there are three evolutionary breakthroughs (BTs) in speech sound, namely, (i) the acquisition of phonemes and accents, (ii) character set and literacy, and (iii) electronization and keyword search by computer networks. On the other hand, the biological structure of our brain remains unchanged since the emergence of the linguistic human. In fact, we have not yet identified cellular and molecular level brain mechanisms for linguistic processing. We don't know how we acquire a new concept and corresponding meaning, and how our brains process language.

When our skull bone and duramater are removed, inside arachnoid we see the neocortex. It has been taken as granted that between the Wernicke sensor and Broca motor areas, a synaptic connection should be established. However, after having experimented with a few thousand patients to stimulate the neocortex with electrodes, Penfield (1954) concluded that "Stimulation of the cortex has never caused the patient to speak or to become aware of individual words, although he may

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

hear people talking and be able to understand what they say." Pavlov (1927) removed the neocortex of dogs and confirmed that the conditioned reflex recovered. "As a rule the conditioned reflexes disappear after the operation, whether it is performed on one or both of the hemispheres and on whatever portion of them it is carried out. The absence of artificial reflexes persists for different lengths of time, varying from a single day to several months." We had better look for an alternative organ and mechanism within the brain responsible for linguistic processing.

1.3. *Inside the Ventricle Immune Cell Networks for Conceptual Operations*

The author hypothesized an intraventricular system immune cell networks for linguistic processing. According to Jerne (1974), "immune system, when viewed as a functional network dominated by a mainly suppressive Eigen-behavior, but open to stimuli from the outside, bears a striking resemblance to the nervous system. Both systems display dichotomies and dualisms. The cells of both systems can receive as well as transmit signals. In both systems the signals can be either excitatory or inhibitory." Dichotomy divides the world into two, A or not-A, and executes memory based pattern recognition. Dualism formulates a logic which integrates two signals and produces an output, which can be used for grammatical modulation of an adjacent concept. "The nervous system is a network of neurons in which the axon and the dendrites of one nerve cell form synaptic connections with sets of other nerve cells. In the human body there are about 10^{12} lymphocytes as compared to 10^{10} nerve cells. Lymphocytes are thus a hundred times more numerous than nerve cells. They do not need connections by fibres in order to form a network. As lymphocytes can move about freely, they can interact either by direct encounters or through the antibody molecules they release. The network resides in the ability of these elements

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

to recognize as well as to be recognized." B lymphocytes are mobile ad-hoc networking neurons. Jerne (1984) stated that B lymphocytes have all the necessary functions to serve as concept devices. It is highly possible that the vertebrate sign reflex mechanism is operated inside the ventricular system immune cell networks amongst (a) cerebrospinal fluid (CSF) contacting neurons with antigen terminals at the brainstem reticular formation, (b) B lymphocyte floating inside CSF with antibody structures, and (c) glial cells on the neocortex with antigen terminals. Spinal sign reflex as it is can cope with millions of word signs.

This indicates that all vertebrates can distinguish and memorize as many different signs as linguistic humans do. In future, like Dr. Do-little, we will be able to communicate with non-human animals (NHAs) by teaching human language and providing appropriate means of expression. A good example of this is a prominent Japanese linguist Prof. Takao SUZUKI successfully taught "water (*mizu*)" and "food (*esa*)" to a mynah bird and it would say these words when it was thirsty or hungry.

1.4. *Monaural Audition of Mother Tongue for Grammatical Processing*

With laryngeal descent, linguistic humans became able to vocalize vowels, which are powered by airflow from the lungs and have waveforms combining pitch (frequency) and intensity (amplitude). The vowel waveforms make syllables distinctive and moraic, which enabled grammatical processing. Grammar are mainly mono-syllabic and onomatopoietic logical switches to modulate adjacent concepts. Thanks to vowel accented syllables, conceptual and grammatical syllables can be alternately transmitted in the speech sound stream without any remark. They seem to be dualistically integrated by a vertebrate sign reflex mechanism: pattern recognition of signs integrated with vector analysis of grammatical syllables. We hear our mother tongue monaurally and suspend the sound localization function in our

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

brainstem auditory nuclei. It is plausible that the sound localization function takes care of grammatical syllables as sound vectors.

2. Character set and Literacy as a Base for Civilization (BT II)

2.1. *Civilization by sharing and advancing linguistic information*

How could the Neolithic stone culture develop into our modern technology such as the mobile-phone, broadcasting, video recorder, etc.? Can it be explained as a linguistic phenomenon? Person-to-person linguistic communication had been limited to speech sound only, until in Egypt and Mesopotamia, hieroglyph and cuneiform were invented as phonograms, 5ka. Orthography defines the correspondence between phonetic speech and writing: the sound of speech can be recorded and retrieved from the alignment of phonograms. This character set and knowledge of orthography provided linguistic humans with an extended external memory system which could be shared and passed on as a tradition. Civilization can be defined as the "time and space where members can share linguistic information such as law, literature, technology, etc. and improve on this through the generations, thanks to character set and literacy".

2.2. *Evolution from Phonogram to Ideogram*

Although all four ancient civilizations used character sets, it is only Chinese characters which have survived until now. They are more than 50,000 characters of ideograms, which represent individual meanings and can be exchanged without knowledge of pronunciation or orthography.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

In China, the first comprehensive dictionary, *Shuowen Jiezi*, was compiled 2,000 years ago, containing more than 5300 characters. *Thousand Character Classics*, a poem using 1,000 different characters used to teach Chinese characters, had been popular since the early 6th century and was exported to neighboring countries. It takes a long time to master Chinese characters and become a cultivated person, but in East Asia there is this cultural tradition.

Japanese *kana* syllabary is a set of 47 characters, which was invented to read the Chinese characters. They take the simplified shape of Chinese characters. It is likely that angular shaped kana, *katakana*, was born in the 9th century using the bamboo spatula pen, and the round shaped kana, *hiragana*, started in the 10th century for the cursive hand with a brush. Thanks to these two syllabaries, the literacy rate in Japan is extremely high, although the Japanese writing system is said to be the most complex in the world.

2.3. *Scientific Concepts are Obtained in a Very Low Noise Environment*

The etymology of "science" should be latin words "scire" (know) and "silentium" (silence), which indicates that we can reach a higher stage with

silence. Copernican heliocentric theory and Mendel's genetics were both born in the extremely quiet environments of a monastery, where they could think repetitively and profoundly. While "daily concepts" (Vygotsky 1935) are connected to sensory memories obtained and systematized through daily activities, "scientific concepts" are generated through the accumulation of dualistic concept operations and can conceptualize on a mega-scale such as astronomy or micro phenomena like genetics which is beyond our normal capability.

The meanings of such daily concepts depend on an individual episode or experience, which cannot be unified or fixed. On the contrary, the meanings of

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

scientific concepts are to be created by the accumulation of dualistic conceptual operations. With appropriate and sufficient number of thought operations, the meanings of scientific concepts should converge and be shared.

Therefore we have to keep learning and thinking until the meaning of scientific concepts are clearly formulated and stabilized. For some complex concepts, we have to implement a lot of conceptual operations for months and years to end up with a refined and well examined meaning. At this stage, scientific concepts can be logically defined in a transparent, step by step manner, to be exchanged, compared and shared. In principle, all scientific concepts must be logically and precisely defined to avoid unnecessary confusion and make for fruitful discussions. Definition is a tool to use concepts correctly.

When considering a complex invisible system, reference models are useful tools, conceptual diagrams indicating a relationship among elements. Examples are the Schematic diagram of a general communication system (Shannon 1948) and the OSI Reference Model (Tanenbaum and Wetherall 2011).

2.4. *Diffusion of Linguistic Information beyond time and space*

Stone monuments and clay plates are heavy. They cannot be easily transported. With the invention of paper and ink, letters were exchanged. Printing technique enabled the publishing of books. In the 20th century, electric communication, radio/television broadcasting, voice/video recording, facsimile, etc., enabled the transmission of linguistic information beyond time and space: linguistic information survives beyond man's physical life and travels beyond frontiers.

3. Linguistic Information in Electronic Form and Networks (BT III)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

3.1. *The Benefit of Interactive Keyword Search*

Maynard Smith and Szathmary (1999) predicted, "*The last transition, through which we are living today, is the use of electric means for storing and transmitting information. We think that the effects of this will be as profound as were those after the origin of the genetic code, or of language*." In the 21st century, much linguistic information is available in electronic form. If we put some keyword in Google or other search engines, they list the relevant linguistic information within a second, which can be accessed or downloaded immediately. Open Public Access Catalog (OPAC) of libraries indicates which libraries (even down to the exact shelf location) possess the books we need, and we can find new and second hand books on the web.

A lot of books, scientific papers and useful linguistic information can be downloaded as PDF or text files free of charge. We can access them with our smartphone terminals from anywhere in the world. It is necessary to enhance our brain capability to learn more words and to think more to advance human collective intelligence.

3.2. *Beyond the restriction of memory based reflex*

As our linguistic processing mechanisms are based on the vertebrate sign reflex, it is a memory based system. When we have a word memory receptor in our brain from before, we reflexively react to that word without confirming if the word is used within its ordinary meaning or not, which causes misunderstanding in our everyday life. We misshear words we don't know, regardless of its importance. We should pay attention to all words and spot which are new to us or which are used in unfamiliar context. Against a new word, a specific new receptor and a concept device

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

must be generated to recognize it. Probably it is a maturation of neuroblast cell, triggered by an order to do so issued by our bodily immune system. (Immune cells mature from neuroblast cells.) Then, to acquire the general meaning for a daily concept, it is necessary to normalize and standardize one's peculiar episode memory in time and space. To establish a transparent and appropriate definition for a scientific concept, intellectual enthusiasm with continuous learning and countless thought is required.

3.3. *Ego-centric and equilibrium oriented nature of our consciousness*

Piaget (1947) pointed out that our intelligence is ego-centric and once it reaches the stage of equilibrium, it assimilates a few exceptions with ease. We determine what is right or wrong based on what we already know. It is an egocentric mechanism and we cannot assume its validity. Sign reflex is self-sufficient mechanism, and not open to a new field. It is envisaged that we have to keep being curious against what we don't know and always be open to new situations. Zen and contemporary art have been struggling to overcome the restrictions of reflex. Zen quest for meditation, *koan*, refuses any common sense answer. Non-sense *objet* (not *pièce*) in contemporary art are presenting opportunities to open our eyes in a new world: we have to stop reflexes, just gaze at an *objet* liberated from prejudice and try to be acquainted with its world. To cope with a new word and new meaning, we had better follow the way which Zen and contemporary art are presented.

3.4. *Forward Error Corrections (FEC) of Linguistic Information*

Human babies are keen to know everything like scientists. They have innate intellectual enthusiasm. However, we lose such intellectual curiosity when we

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

become adult. It is probably because sign reflex is a self-satisfactory recognition mechanism. We tend to look for what we already know, but we don't look for what we don't know.

When we put some keywords into internet search engines, thousands or millions of relevant references are listed. We are flooded with linguistic information with an uncertain quality and reliability. Forward Error Correction (FEC) is a technology in digital information processing to correct errors without contacting information senders or original authors. It differentiates errors in two, channel coding errors, for which authors are not responsible, and source coding errors for which they are responsible. They constitute excluded middle, and after channel and source coding error corrections, we can get error-free information.

At the time of receiving information, receivers should verify it is authentically presented as the original author desired. Biography and other author's work are auxiliary information which confirm the reliability of authors.

Manipulation and apocryphal information are channel coding errors, which should be eliminated. The author can protect his text from forgery by adding additional analytical data as error correction codes. For example, Dogen (1200-1253) protected his texts Shobogenzo (75 volume version) by stating the serial number, volume title, lecture date and place for each volume as a post script at the end of each volume. He also protected another text, Dogen Osho Koroku (Sozan-bon, volume 1-10), by counting the number of lectures and poems contained in each volume, written at the end of each volume. Readers can verify the authenticity of the texts by these post script codes and disregard incorrect copies. Readers should verify the correctness of an authors idea by following a step-by-step learning and thinking process, i.e. unifying themselves with the authors. Without fully understanding the author's knowledge and way of thinking, readers cannot detect the authors' errors and correct them. Through continuous efforts to correct errors in texts, human

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

intellectual genomes should be established for linguistic humans to inherit, share and improve as human collective intelligence.

3.5. Conclusion: Beyond Altruism and Eusociality

Modern humans are altruistic and eusocial, probably because we had to take care of altricial babies inside caves under the supervision of grandmothers. This is a legacy of the middle stone age (300 – 25ka) in South Africa, but it is not desirable for linguistic humans, who should be cosmopolitan and only seek the development of the human collective intelligence for the benefit of all living creatures.

Библиографический список

1. Chomsky, N. (1964) Current issues in linguistic theory, Mouton: The Hague collections.

2. Everett K. (2008) Don't Sleep There are Snakes, Vintage Books.

3. Hall Vigh et al (2004) The system of cerebrospinal fluid-contacting neurons. Its supposed role in the nonsynaptic signal transmission of the brain// Histol Histopathol (2004) 19: 607-628.

4. Henn, B.M. et al. (2011) Hunter-gatherer genomic diversity suggests a southern African origin for modern humans PNAS 108:5154-5162.

5. Jerne, N.K. (1974) Toward a Network Theory of Immune System, Ann Immunol (Paris). 125C(1-2):373-89.

6. Jerne,N.K. The generative grammar of the immune system: The Nobel Lecture (1984), EMBO Journal vol.4 no.4 pp.847-852, 1985.

7. Lieberman, P. & McCarthy R.(2007) Tracking the Evolution of Human Language and Speech-Comparing Vocal Tracts to Identify Speech Capabilities Expedition 49-2.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

8. Maynard Smith J., Szathmáry E., The Origin of Life, Oxford Univ. Press, 1999.

9. Pavlov, I.P. (1927) Conditioned Reflexes, translated by G. V. Anrep (1927)

10. Penfield, W., Jasper, H. Epilepsy and the functional anatomy of the human brain, Boston Little (1954).

11. Phillips, D.P. (2000) Introduction to the Central Auditory Nervous System, in Physiology of the Ear, 2nd Ed. San Diego, CA: Singular, pp. 613-638.

12. Piaget, J. (1947) La psychologie de l'intelligence, Paris, Armand Colin. 13. Shannon, C.E. (1948) A Mathematical Theory of Communication, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656, 1948.

14. Tanenbaum A.S., Wetherall D.J.(2011) Computer Networks (5 Ed) Prentice & Hall.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 004.42:004.738.5

Совпель А.В., Серебрякова Л.М. Администрирование спортивных мероприятий по боулингу на примере веб-ресурса Белорусской Ассоциации Боулинга

Managing of sports events on the example of Belarusian Bowling Federation web-resource

Совпель Александр Валерьевич,
Веб-разработчик,
ОДО «Энситрейд»,
Серебрякова Людмила Михайловна,
Канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры информац. технологий,
Белорусский государственный университет
Sovpel Alexander Valerievich ,
Web-developer,
ALC “NCTrade”,
Serebryakova Lyudmila Mikhailovna,
Ph D., Associate professor, Dep. of Information Technologies,
Belarusian State University

Аннотация. *Реализован веб-ресурс для администрирования спортивных мероприятий по боулингу, проводимых Белорусской Федерацией Боулинга. Использованы средства графического редактора Adobe Photoshop, фреймворка Laravel, языка программирования PHP.*

Ключевые слова: *веб-ресурс, дизайн сайта, PHP, Laravel, Adobe Photoshop, объектно-ориентированное программирование.*

Abstract. *The web-resource is realized for managing of bowling sports events, held by the Belarusian Bowling Federation. The tools of Adobe Photoshop graphic editor, Laravel framework and PHP programming language are used.*

Keywords: *web-resource, web-design, PHP, Laravel, Adobe Photoshop, object-oriented programming.*

Спорт занимает важное место в жизни современного общества. Благодаря развитию информационных технологий и сети Интернет у любителей спорта и профессионалов появились возможности дистанционно отслеживать результаты и ход проведения спортивных мероприятий, наблюдать за ними в режиме реального времени. Актуальна задача эффективно использовать

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

информационные технологии для администрирования спортивных мероприятий, которое является достаточно трудоемким процессом. Так, оно включает в себя разнообразную организационно-методическую деятельность, судейство и протоколирование спортивных мероприятий. Лицам, ответственным за проведение спортивного мероприятия, необходимо составить календарный план соревнований, определить название мероприятия, сроки, место, программу и порядок его проведения, состав участников, систему определения победителей и форму награждения участников. Кроме того, необходимо выполнить подбор судейской коллегии, организовать прием и обработку заявок участников, а также своевременно обеспечить участников и зрителей актуальной информацией о ходе мероприятия и его результатах. Современным решением всего этого комплекса задач является веб-ресурс с соответствующим функционалом.

Как вид спорта боулинг официально появился в Республике Беларусь относительно недавно (с 1999 г.), однако сразу занял достойное место в спортивной жизни страны. Была создана общественная организация – Белорусская Федерация Боулинга (далее – БФБ), объединяющая игроков в боулинг любительского и профессионального уровня со всей страны и представляющая Беларусь на международном уровне. На регулярной основе БФБ проводит в Минске Чемпионат РБ по боулингу, из числа победителей которого формируется команда, участвующая от имени страны в международных соревнованиях. БФБ имеет собственный веб-ресурс [1], который, однако, не соответствует современному уровню развития информационных технологий и веб-дизайна.

В этой связи, автор данной работы - веб-разработчик компании ОДО «Энситрейд» А.В. Совпель - разработал для БФБ современный веб-ресурс для администрирования спортивных мероприятий по боулингу. Данный ресурс

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

характеризуется новым дизайном, более современным функционалом и предоставляет широкие информационные и организационные услуги участникам, зрителям и организаторам соревнований.

На начальном этапе работы были проанализированы достоинства и недостатки некоторых существующих веб-ресурсов для обслуживания мероприятий по боулингу. В их число, помимо сайта БФБ, вошли боулинг-портал bowl.su, объединяющий федерации боулинга Российской Федерации, и официальный сайт Всеукраинской Федерации Спортивного Боулинга bowling.com.ua.

Так, достоинствами сайта БФБ являются простая система подачи заявок, доступ к списку подавших заявку на участие в турнире игроков, регулярно обновляемые рейтинги игроков за текущий сезон, доступ к результатам прошедших соревнований. Имеются и отдельные недостатки. Так, для получения результатов соревнований и рейтингов игроков необходимо скачивать соответствующие xls-файлы, что затрудняет использование сайта на мобильных платформах. При вводе пользовательских данных в форму подачи заявки не предусмотрена их валидация, что ложится дополнительной нагрузкой на администратора соревнований и может привести к нарушениям работы сервера из-за ввода вредоносного содержания. Отсутствует единый формат подачи заявок. Кроме того, дизайн сайта недостаточно современный и комфортный.

Что касается боулинг-портала bowl.su [2], то к его достоинствам следует отнести наличие стандартизированного формата подачи заявок, а также регистрацию пользователей. Вместе с тем, как и на сайте БФБ, для просмотра результатов соревнований и рейтингов игроков здесь необходимо скачивать xls-файлы. Кроме того, на данный момент доступна лишь часть функционала боулинг-портала, так как он еще находится в процессе разработки.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

В отличие от белорусского и российского ресурсов, официальный сайт Всеукраинской Федерации Спортивного Боулинга [3] допускает онлайн-просмотр статистики игроков, что является его существенным преимуществом. Кроме того, на сайте реализована надежная система подачи заявок на соревнования, предполагающая валидацию вводимых данных и, тем самым, исключающая регистрацию недействительных участников. Вместе с тем, для просмотра статистики турниров по-прежнему необходимо скачивать соответствующие файлы, а повышение надежности формы регистрации привело к заметному усложнению процесса подачи заявки.

Сравнительный анализ рассмотренных выше сайтов позволил сформулировать набор требований к современному веб-ресурсу для обслуживания спортивных мероприятий по боулингу:

– ведение календаря соревнований с информацией о предстоящих турнирах;
– возможность онлайн-просмотра результатов прошедших соревнований (без скачивания дополнительных файлов);
– наличие системы подачи заявок на участие в соревнованиях - простой в использовании, но при этом обеспечивающей единый формат заявок для всех пользователей и исключающей возможность подачи некорректных заявок;
– ведение регулярно обновляемой статистики игроков;
– наличие системы регистрации пользователей;
– современный дизайн пользовательского интерфейса.

Кроме того, необходима система протоколирования хода соревнований и автоматизированного расчета результатов турнира, которая позволит пользователю с административными полномочиями легко и быстро рассчитывать результаты всего турнира по вводимым результатам отдельных

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

игр. Автоматизация расчетов снизит вероятность ошибок, повысит точность подсчета очков, упростит ведение статистики игроков, обеспечит оперативность обновления результатов соревнований и возможность их онлайн-просмотра.

На начальном этапе работы было решено ограничиться протоколированием соревнований формата этапа Чемпионата Республики Беларусь – т. е. турниров, регулярно проводимых БФБ. В течение года под эгидой БФБ проходят девять этапов Чемпионата РБ, по результатам которых формируется рейтинг игроков. В рамках данного формата проведение соревнования разбивается на два этапа: отборочный (или квалификация), в котором участвует несколько групп участников (т.н. «потоков»), и финальный, проводимый по системе Round-Robin, когда каждый участник турнира играет с каждым. (Заметим, что в перспективе планируется реализовать протоколирование хода соревнований для турниров всех других форматов).

Для реализации проекта были выбраны такие программные средства, как онлайн-сервис прототипирования NinjaMock, графический редактор Adobe Photoshop, PHP-фреймворк Laravel.

Онлайн-сервис NinjaMock [4] предназначен для создания прототипов и обладает функционалом, позволяющим легко и просто создавать прототипы для веб-сайтов и мобильных приложений любого уровня сложности. Так, основой любого прототипа является редактор структурных схем, который в веб-сервисе NinjaMock содержит большое количество шаблонов (текстовые элементы и элементы управления), которые сгруппированы по типам и категориям. При создании проекта эти группы подстраиваются под его тип, предлагая актуальные именно для данного типа элементы управления (Android, iOS, Windows Phone или веб-интерфейс). Веб-сервис NinjaMock позволяет не только создавать структурные схемы страниц, но и связывать их посредством гиперссылок. Полученные прототипы допускают проведение тестирования продукта на самом

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

раннем этапе разработки, что помогает выявлять ошибки и отслеживать удобство использования приложения или веб-сайта.

Бесплатный фреймворк Laravel выпущен под лицензией открытого программного обеспечения, разработанной Массачусетским технологическим университетом, и предназначен для разработки веб-приложений с использованием архитектурной модели MVC (Model-View-Controller) на языке программирования PHP [5]. Первый выпуск данного фреймворка состоялся в 2011 году, однако уже сейчас он стоит на первом месте по популярности среди разработчиков PHP-приложений. Большим преимуществом Laravel является его регулярная обновляемость: каждые шесть месяцев выходит новая версия, что гарантирует улучшение безопасности и скорейшее исправление недостатков. На сегодняшний день у Laravel сформировалось многочисленное сообщество, способное помочь в освоении данного фреймворка и разрешении возникающих у пользователей проблем, а также обширная документация.

Фреймворк Laravel содержит большой набор инструментов, повышающих эффективность деятельности веб-разработчика. Так, менеджер зависимостей Composer позволяет подгружать библиотеки, необходимые для работы каждого конкретного проекта. Его отличительной чертой является то, что библиотеки устанавливаются под каждый проект локально. Шаблон Eloquent ORM существенно упрощает взаимодействие с базами данных в проекте. Функционал Flysystem, поставляемый вместе с Laravel, помогает организовать работу с файловыми системами, которые базируются на «облачных» сервисах. Инструмент Elixir позволяет улучшить производительность приложений за счет сжатия и объединения CSS- и JS-файлов. Для повышения производительности кода можно также воспользоваться высоко-оптимизированной средой исполнения для PHP от компании Facebook – HHVM.

Как видно из приведенных рисунков, перечисленный выше функционал

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

был полностью реализован.

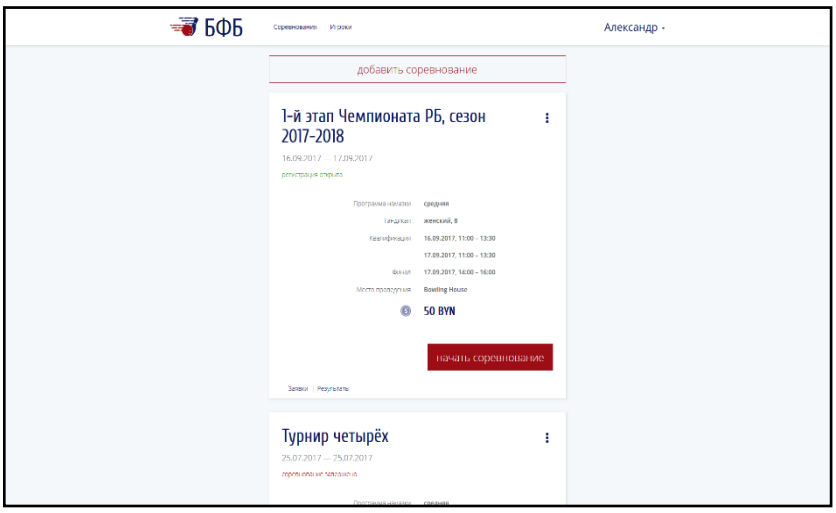


Рисунок 1. Календарь соревнований

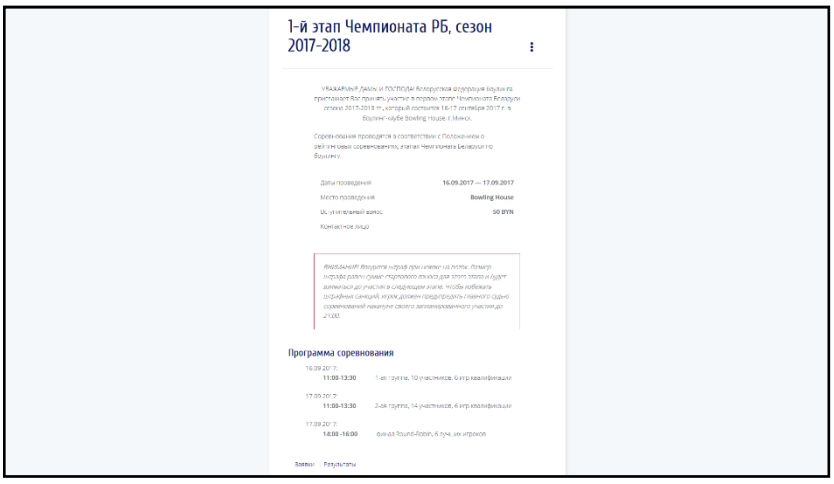


Рисунок 2. Регламент соревнования

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

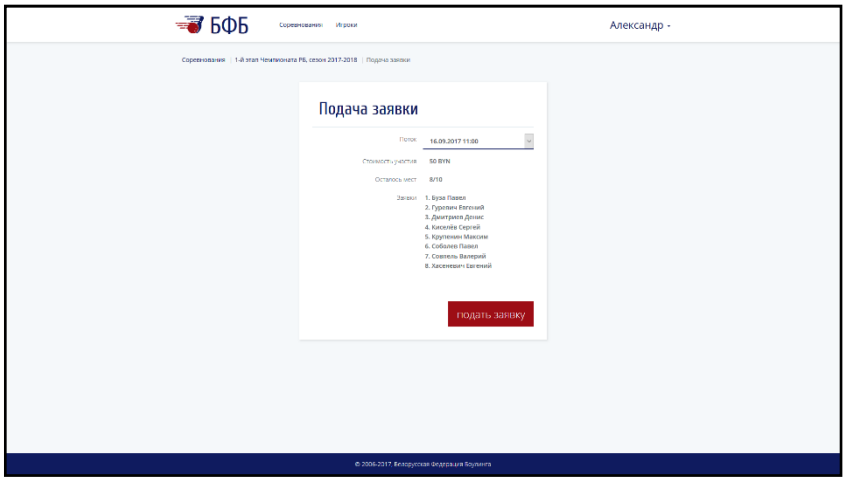


Рисунок 3. Подача заявки на участие в соревновании

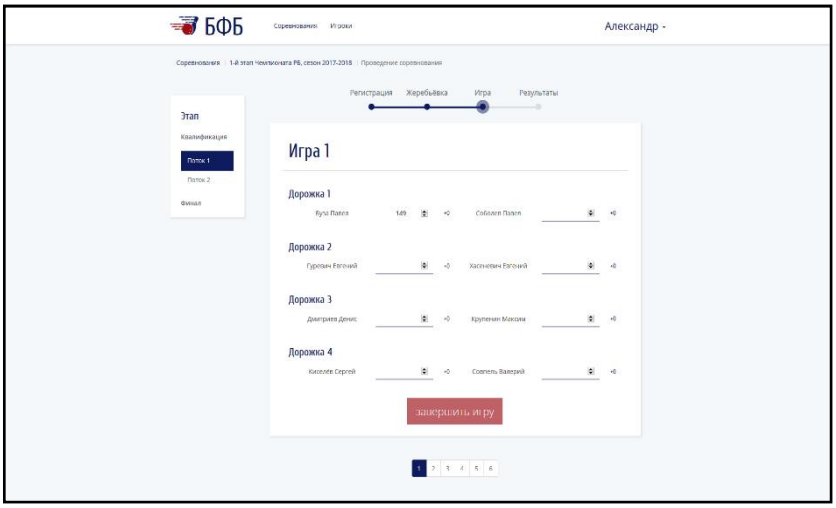


Рисунок 4. Протоколирование хода соревнования

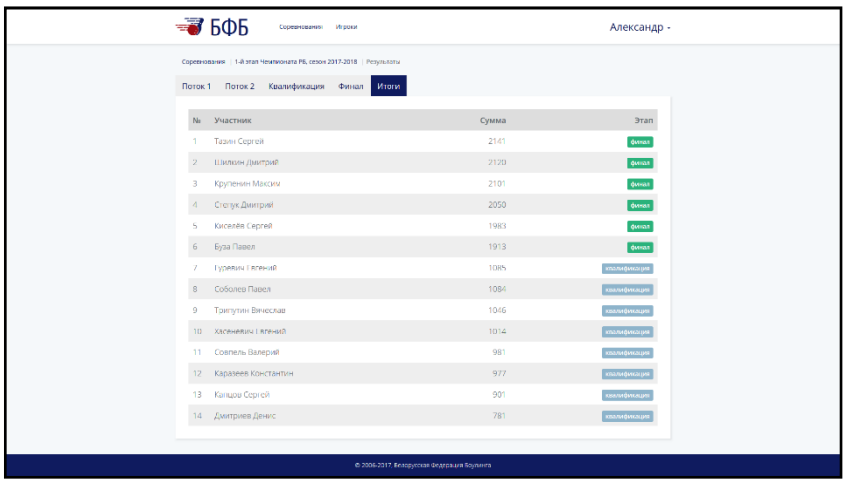


Рисунок 5. Отображение результатов соревнования

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таким образом, создан веб-ресурс для администрирования спортивных мероприятий, предоставляющий информационные и организационные услуги участникам, зрителям и организаторам соревнований по боулингу Белорусской Федерации Боулинга. Функционал сайта включает ведение индивидуальных аккаунтов игроков, онлайн-подачу заявок на турниры, составление календаря соревнований, протоколирование хода соревнований, расчет результатов турниров в соответствии с регламентом, автоматическое обновление данных о результатах прошедших и текущих турниров.

Библиографический список

1. Белорусская Федерация Боулинга. БФБ 2006-2011. URL: http://bowling.by (дата обращения: 01.02.2017).

2. Боулинг-портал. 2009. URL: http://bowl.su (дата обращения: 06.02.2017).

3. Офіційний сайт Всеукраїнської Федерації Спортивного (десятикегельного) Боулінгу. ВФСБ 2005-2017. URL: http://www.bowling.com.ua/sport/?sitearea=sports (дата обращения: 12.02.2017).

4. NinjaMock. 2017. URL: https://ninjamock.com (дата обращения: 15.02.2017).

5. Laravel – The PHP Framework For Web Artisans. URL: https://laravel.com (дата обращения: 07.03.2017).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

СЕКЦИЯ 15. ТЕХНИКА И ИННОВАЦИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ

УДК 627.725.5:625.1

Ашрятов А.А., Вишневский С.А., Волков Р.Р., Казаков А.В. Проблемы световой сигнализации железных дорог

Problems of light signaling of railways

Вишневский Сергей Александрович,
Преподаватель кафедры источников света,
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
г. Саранск
Волков Руслан Рувимович,
Аспирант кафедры источников света,
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
г. Саранск
Казаков Андрей Владимирович,
Инженер ООО "ЭКИС", г. Саранск,
Научный руководитель
Ашрятов Альберт Аббясович,
Доктор технических наук, зав.кафедрой источников света,
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
г. Саранск
Vishnevsky Sergey Alexandrovich,
Faculty members of the Department of Light Sources,
National Research Mordovia State University, Saransk
Volkov Ruslan Ruvimovich,
Postgraduate student of the Department of Light Sources,
National Research Mordovia State University, Saransk
Kazakov Andrey Vladimirovich,
Engineer of LLC "EKIS", Saransk,
Ashryatov Albert Abbyasovich
Doctor of Engineering Science, Chair of Light Sources,
National Research Mordovia State University, Saransk

Аннотация. *В статье затронута проблема, связанная со световой сигнализацией на железных дорогах. Описываются виды и конструкция железнодорожных светофоров с применяемыми в них железнодорожными светофорными лампами накаливания, и светодиодными светофорами. Приводятся их основные преимущества и недостатки, которые создают неудобства их использования.*

Ключевые слова: *железнодорожный светофор, светодиодный железнодорожный светофор, железнодорожная светофорная лампа, световая сигнализация*

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Abstract. *The article touches upon the problem connected with the light signaling on the railways. The types and construction of railway traffic lights with the railway traffic light bulbs used in them, and LED traffic lights are described. Their main advantages and disadvantages are presented, which create inconvenience of their use.*

Keywords: *railway traffic light, LED railway traffic light, railway traffic light, light signaling*

Железнодорожные светофоры служат для обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, а также для четкой организации движения поездов и маневровой работы [3].

В сигнализации, связанной с движением поездов и маневровой работой, применяются следующие основные сигнальные цвета: зеленый, желтый, красный, лунно-белый и синий [1, 2].

Железнодорожные светофоры по назначению подразделяются на следующие типы:

1) входные – разрешающие или запрещающие поезду следовать с перегона на железнодорожную станцию;

2) выходные – разрешающие или запрещающие поезду отправиться с железнодорожной станции на перегон;

3) маршрутные – разрешающие или запрещающие поезду проследовать из одного района железнодорожной станции в другой;

4) проходные – разрешающие или запрещающие поезду проследовать с одного блок - участка (межпостового перегона) на другой;

5) прикрытия – для ограждения мест пересечений железнодорожных путей в одном уровне другими железнодорожными путями, трамвайными путями и троллейбусными линиями, разводных мостов и участков, проходимых с проводником;

6) заградительные – требующие остановки при опасности для движения, возникшей на железнодорожных переездах, крупных искусственных сооружениях и обвальных местах, а также при ограждении

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

составов для осмотра и ремонта вагонов на станционных железнодорожных путях;

7) предупредительные – предупреждающие о показании основного светофора (входного, проходного, заградительного и прикрытия);

8) повторительные – для оповещения о разрешающем показании выходного, маршрутного, въездного (выездного), технологического и о показании горочного, маневрового светофоров, когда по местным условиям видимость основного светофора не обеспечивается;

9) локомотивные – для разрешения или запрещения поезду следовать по перегону с одного блок-участка на другой, а также предупреждения о показании путевого светофора, к которому приближается поезд;

10) маневровые – разрешающие или запрещающие производство маневров;

11) горочные – разрешающие или запрещающие роспуск вагонов с горки;

12) въездные (выездные) – разрешающие или запрещающие въезд железнодорожного подвижного состава в производственное помещение и выезд из него на железнодорожных путях необщего пользования;

13) технологические – разрешающие или запрещающие подачу или уборку железнодорожного подвижного состава при обслуживании объектов, расположенных на железнодорожных путях не общего пользования (вагоноопрокидывателей, вагонных весов, устройств для восстановления сыпучести грузов, сливо-наливных устройств и др.).

Один светофор может совмещать несколько назначений (входной и выходной, выходной и маневровый, выходной и маршрутный и др.).

Светофоры применяются линзовые и прожекторные. По

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

расположению светофоры подразделяются на мачтовые (рис. 1а), карликовые (рис. 1б), а также устанавливаемые на мостиках, консолях, фермах мостов, стенах тоннелей, на стенах производственных помещений (на железнодорожных путях не общего пользования).

а) б) в)

Рисунок 1. Железнодорожный светофор: а, б - мачтового типа; в - карликового типа

Сигнальные огни на светофорах применяются: непрерывно горящие, нормально негорящие, немигающие и мигающие (периодически загорающиеся и гаснущие).

Показания выходных и маршрутных светофоров главных железнодорожных путей должны быть отчетливо различимы на расстоянии не менее 400 м, выходных и маршрутных светофоров боковых железнодорожных путей, пригласительных сигналов и маневровых светофоров - на расстоянии не менее 200 м, а показания маршрутных указателей - на расстоянии не менее 100 м [2, 3].

Красные, желтые и зеленые сигнальные огни светофоров входных, предупредительных, проходных, заградительных и прикрытия на прямых

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

участках железнодорожного пути общего пользования должны быть днем и ночью отчетливо различимы из кабины управления подвижной единицей на расстоянии не менее 1000 м. На кривых участках железнодорожного пути показания этих светофоров, а также сигнальных полос на светофорах должны быть отчетливо различимы на расстоянии не менее 400 м. В сильно пересеченной местности (горы, глубокие выемки) допускается сокращение расстояния видимости, но не менее 200 м [2, 3].

В железнодорожных светофорах Российской Федерации и некоторых странах СНГ применяются лампы типы ЖС 12-15, ЖС 12-15+15, ЖС 12-25, ЖС 12-25+25 (рис. 2), которые обладают рядом недостатков. Срок службы ламп типа ЖС 12-15 и ЖС 12-25 составляет 1500 часов, а ламп типа ЖС 12-15+15 и ЖС 12-25+25 составляет 2000 часов, что требует их частой замены. Световая отдача вышеописанных ламп составляет 9,2 лм/Вт. Все это влечет большие экономические затраты, связанные с высоким потреблением электроэнергии и частым обслуживанием.

а) б)

Рисунок 2. Железнодорожные светофорные лампы типа:
а) ЖС 12-15 и ЖС 12-25; б) ЖС 12-15+15 и ЖС 12-25+25

С целью экономии электроэнергии и снижения затрат на обслуживание, в недавнем времени на железной дороге стали применять светодиодные светофоры (рис. 3). С внедрением светодиодных светофоров

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

зафиксировано: 1) значительное снижение энергопотребления по сравнению с ламповыми комплектами; 2) снижение эксплуатационных расходов на светофоры; 3) повышение видимости сигнала; Тем не менее, эксплуатационные службы отмечают ряд недостатков, основные из которых: 1) климатические требования по безопасности – на отрицательных температурах красные светодиоды меняют цветность, смещаясь в область оранжевого свечения; 2) наличие слепящего эффекта в темное время суток; 3) высокая стоимость светодиодных модулей (головок) и самих светодиодных светофоров; 4) «фантомный» эффект - наличие емкостных связей между жилами кабеля в схемах с центральным питанием светофоров; 5) отсутствие возможности быстрой замены светодиодных модулей [4].

Рисунок 3. Железнодорожный светодиодный светофор

Исходя из выше описанного, следует, что использование ламп накаливания в железнодорожных светофорах неэффективно, а применяющиеся с недавнего времени светодиодные светофоры имеют большое количество недостатков, что создает неудобство при их использовании. Таким образом, для повышения эффективности работы железнодорожных светофоров необходимо применение новых технических решений.

Библиографический список

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1. ГОСТ Р 56057-2014 - Системы светооптические светодиодные для железнодорожной светофорной сигнализации. Общие технические требования и методы испытаний.

2. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации. – Введена приказом № 162 от 04.06.2012.

3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации с изменениями по приказу Минтранса России от 30 марта 2015 г. № 57.

4. Сырый А.А., Цуканова Е.А. Проблемы внедрения светодиодных светофоров на Российских Железных дорогах // Теория и практика современной науки. – 2016. – №2(8). - С.412-415.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

УДК 62

Тимофеева Л.М. О стандарте конструктивной безопасности транспортных сооружений

On the standard of structural safety of transport facilities

Тимофеева Л.М.
Пермский государственный технический университет
Timofeeva L.M.
Perm State Technical University

Аннотация. *В статье автор рассматривает вопрос стандартов конструктивной безопасности транспортных сооружений.*
Ключевые слова*: транспортные сооружения, безопасность.*
Abstract. *In the article the author considers the question of standards of constructive safety of transport facilities.*
Keywords*: transport facilities, security.*

В настоящей работе рассмотрены методы определения расчётного и фактического риска аварий объектов транспортного строительства в соответствии с Федеральным законом о техническом регулировании и требованиями ГОСТ /1/ по расчёту надёжности строительных конструкций и оснований. Под конструктивной безопасностью подразумевается недопустимость риска аварии, связанного с разрушением (отказом) отдельных элементов или сооружения в целом, т.е. обеспечение надёжности и долговечности их работы в соответствии с нормативными требованиями прочности, жёсткости и устойчивости. Надлежащий уровень надёжности в соответствии с ГОСТ обеспечивается с помощью системы коэффициентов надёжности, значения которых учитывают возможные отклонения фактических значений принимаемых или рассчитываемых величин от нормативных. Как показывает опыт эксплуатации транспортных сооружений, их безопасность считается обеспеченной, если фактическое значение риска аварии ниже предельно-допустимого, определяемого стандартом. Под риском аварии

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

понимается число, показывающее, во сколько раз фактическая вероятность отказа выше теоретической, определяемой принятыми проектными и технологическими решениями. При этом допустимый риск лежит в некоторой области, верхней границей которой является нормативное значение риска $R_н$, представляющее собой максимально-допустимую величину для построенного сооружения (оценка сверху), а нижней границей - предельно-допустимое значение $R_п$, при котором для эксплуатируемого сооружения необходимо провести его капитальный ремонт или реконструкцию (оценка снизу). Для эксплуатируемых сооружений конструктивная безопасность считается обеспеченной, если фактический риск $R_ф$ не превышает предельно-допустимого $R_п$ /2/.

Риск аварии транспортного сооружения, состоящего из m групп несущих конструкций, можно определить по формуле /2/:

$$R_c = R_o \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_i + \ldots + R_m), \quad (1)$$

где R_o – риск аварии нулевого цикла, R_i – риск аварии i-ой группы несущих конструкций, вычисляемые по следующим формулам:

$$R_o = 1/ (p_{o1} \cdot p_{o2} \cdot p_{o3} \cdot p_{oi} \cdot \ldots p_{ok}), \quad (2)$$

$$R_i = 1/ (p_{i1} \cdot p_{i2} \cdot p_{i3} \cdot \ldots \cdot p_{ij} \cdot \ldots p_{in}), \quad (3)$$

где p_{oi}, p_{ij} – средние уровни надёжности i-ой и j-ой групп однородных конструкций нулевого цикла и основных несущих элементов транспортных сооружений, n – число групп m-го несущего элемента.

Нормативное $R_н$ и предельно-допустимое $R_п$ значения риска аварии определяются из формул (1)-(3) при $p_{oi}=p_{ij}=p_н$ или $p_{oi}=p_{ij}=p_п$ соответственно.

Средние уровни надёжности $p_н$ и $p_п$ определяются по формулам /2/:

$$p_н = (\alpha 0{,}9^{\beta})^{-1/(v+\varepsilon)}; \quad (4)$$

$$p_п = (\alpha 0{,}9^{\beta} + 1{,}6)^{-1/(v+\varepsilon)}, \quad (5)$$

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

где $\varepsilon = \Sigma n/m$, α – коэффициент, принимаемый по таблице 1 в зависимости от ответственности объекта и его ранга; β – коэффициент, принимаемый в зависимости от техногенного и природно-климатического факторов риска.

Таблица 1

Значения коэффициента α

Категория ответственности объекта	1			2			3		
Ранг категории	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Значение α	1,80	1,73	1,66	1,59	1,52	1,45	1,38	1,31	1,24

Коэффициенты β назначаются в зависимости от индексов подверженности территории факторам риска техногенного и природно-климатического характера. Основные индексы подверженности приведены в табл.2.

Таблица 2

Индексы подверженности территории расположения объекта внешним факторам риска техногенного и природно-климатического характера

ФАКТОРЫ РИСКА		Стандартные наборы индексов подверженности (g^*) для значений β		
		β=0	β=1	β=2
1	Подтопление сооружений, размывы	1	2	3
2	Подземные выработки, закарстованность территории	1	2	3
3	Оползневые процессы	1	2	3
4	Наличие вечной мерзлоты	1	2	3
5	Структурно-неустойчивые грунты	1	2	3
6	Слабые водонасыщенные грунты большой мощности	1	2	3
7	Сейсмические явления	1	2	3

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Здесь индекс 1 означает, что территория не подвержена фактору риска, 2 – существует возможность проявления фактора риска, 3 – территория подвержена фактору риска. При этом для расчёта рисков принимается то значение β, для которого $\Sigma(g^*-g)^2 \rightarrow \min$ (g^*,g – назначенный и существующий (фактический) индексы).

Для транспортных сооружений в зависимости от социальных, экономических и экологических последствий их отказа ГОСТ /1/ устанавливает три уровня ответственности:

- повышенный (мосты, путепроводы и эстакады с пролётами более 100 м или длиной более 300м с пролётами свыше 60 м с индивидуальными конструкциями, а также мосты висячих и вантовых систем, различные системы совмещённых мостов с ездой в одном или разных уровнях, различные системы разводных мостов; тоннели и метрополитены);
- нормальный – для сооружений массового строительства (мосты и путепроводы типовых конструкций с пролётами 60м и менее или длиной менее 300м, подпорные стенки и др.);
- пониженный – для временных сооружений и объездных дорог.

Каждому уровню ответственности соответствует три ранга: если ответственность ниже назначенного уровня, то ранг равен 1, если соответствует, то ранг 2, если ответственность выше, то ранг 3.

Фактические риски аварий сооружений определяются по формулам (1)-(3) для фактических средних уровней надёжности однородных групп различных конструкций (ограждений, покрытия и плит проезжей части, опорных частей, ригелей и стоек опор, фундаментов) в зависимости от установленного ранга уровня опасности конструкции при имеющихся дефектах (отклонениях от проекта в процессе строительства или проявившихся в процессе эксплуатации). Фактические средние уровни надёжности в группах в зависимости от вида

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

закона распределения надёжностей приведены в табл.3. Вид закона устанавливается следующим образом:

- закон А соответствует случаю, когда число бездефектных элементов в группе значительно превышает число дефектных;
- закон Б соответствует примерно равному соотношению дефектных и бездефектных элементов в группе;
- закон В соответствует значительному превышению дефектных элементов.

Ранги уровней опасности назначаются аналогично рангам уровней ответственности сооружений.

Таким образом, для определения риска аварии сооружения необходимо выполнить следующие расчёты:

- определить нормативный и предельно-допустимый уровни надёжности несущих конструкций;
- найти нормативный и предельно-допустимый риски аварий;
- рассчитать фактические риски возведенного транспортного сооружения;
- сопоставить полученные предельные и фактические значения и построить диаграммы результатов расчёта уровней конструктивной безопасности и уровней надёжности групп однородных групп конструкций.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 3

Фактические средние уровни в группах однородных несущих конструкций

Уровень опасности «слабой» конструкции	Наличие дефектов или отклонений в «слабых» элементах групп конструкций	Ранг уровня опас-ности	Фактический средний уровень надёжности группы однородных несущих конструкций в зависимо-сти от вида (А.Б,В) закона распре-деления надёжностей в группе		
			А	Б	В
0	Дефекты и отклонения отсутствуют	-	0,988	-	-
1	Отклонения незначительные, отдельные дефекты Д1, Б1	1	0,974	0,973	0,963
		2	0,960	0,959	0,945
		3	0,948	0,946	0,927
2	Отклонения существенные, многочисленные дефекты Д1, Б1	1	0,936	0,933	0,911
		2	0,926	0,921	0,894
		3	0,907	0,899	0,865
3	Отклонения значительные, отдельные дефекты Д2, Б2	1	0,890	0,876	0,835
		2	0,874	0,854	0,805
		3	0,862	0,835	0,779
4	Отклонения очень значительные, многочисленные дефекты Д2, Б2	1	0,852	0,816	0,755
		2	0,843	0,798	0,730
		3	0,838	0,782	0,709
5	Отклонения превышают нормативные, дефекты групп Б3, Д3	- (аварий ный)	0,835	0,766	0,688

Следует различать три стадии определения конструктивной безопасности сооружений: проектную, строительную и эксплуатационную.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

При проектировании уровень риска зависит от правильности принятой расчётной схемы, достоверной оценки эксплуатационных транспортных нагрузок и физико-механических свойств используемых материалов. Существующие методы проектирования транспортных сооружений базируются на принципах расчёта по предельным состояниям. При этом отклонение действительной работы сооружений от теоретических представлений учитывается с помощью системы коэффициентов надёжности. Принятые расчётные модели с обеспеченностью не менее 95% должны отражать реальную работу конструкций.

Как отмечает проф.Иосилевский Л.И. /5/ «В процессе проектирования крайне важно уметь оценить остаточный уровень риска и предвидеть возможные последствия, если в эксплуатации установленные нормами уровни нагрузок и прочностные возможности материалов в рабочих сечениях не будут соблюдены». Им предложены 3 класса конструктивной безопасности в зависимости от расчётов, обеспечивающих эксплуатационную пригодность конструкций (сооружений): **к первому классу** относятся расчёты по деформациям и трещиностойкости; **ко второму классу** относятся локальные расчёты прочности отдельных узлов и элементов; **к третьему классу** относятся расчёты общей устойчивости (прочности) сооружения против обрушения.

Соответствие этих классов возможным экономическим и социальным последствиям приведено в табл.4 /5/.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Таблица 4

Класс безопасности	Возможные последствия повреждений и отказов
1	Нет опасности для жизни людей; повреждения могут быть устранены; экономические последствия незначительны
2	Возможна опасность для транспортного движения и жизни людей, значительные экономические последствия
3	Опасность для жизни многих людей, аварии транспорта, прекращение движения на длительные сроки, очень серьёзные экономические последствия

Оценка надёжности и строительного риска, связанных с проектированием железобетонных мостов, подробно рассмотрены Л.И.Иосилевским в /5/. Однако предлагаемые им подходы можно использовать также при расчётах строительных рисков других транспортных сооружений (деревянных и металлических мостов, транспортных тоннелей и др.)

Аналогичная классификация может быть применена при определении конструктивной безопасности сооружений, связанной с нарушениями в процессе изготовления конструкций и технологии их возведения. Отсутствие или недостаточный контроль качества изготовления и монтажа конструкций могут привести к значительным экономическим потерям и проявлению в процессе последующей эксплуатации сооружения серьёзных дефектов, влияющих на эксплуатационные свойства транспортных сооружений и безопасность движения транспорта. При приёмке построенных сооружений оценивается их техническое состояние с учётом имеющихся дефектов в соответствии с «Инструкцией по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах» /4/. При этом рассматриваются три категории неисправностей, влияющих на долговечность сооружений и безопасность движения:

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

1-я категория – незначительные повреждения или отдельные мелкие легко устранимые дефекты не влияющие на долговечность конструкций и безопасность движения;

2-я категория – неисправности повреждения, требующие ремонта и влияющие на долговечность отдельных конструкций и безопасность движения;

3-я категория – дефекты и повреждения, влияющие на нормальную эксплуатацию сооружений и создающие угрозу безопасности движения.

В зависимости от категории неисправностей назначаются режимы движения и эксплуатации сооружений.

Сопоставляя методы определения конструктивной безопасности транспортных сооружений можно заметить, что все они основаны на статистической оценке технического состояния отдельных элементов, конструкций, их групп и сооружения в целом. Строительный риск связан с наличием «слабого звена», разрушение которого может привести к потере устойчивости сооружения в целом, как это произошло с опорой путепровода в г.Екатеринбурге, несущая способность которой определялась прочностью единственной опорной стойки, т.е. по сути надёжность сооружения зависела от качества изготовления одного элемента. В последнее время получили распространение мосты, пролёты которых опираются на двухстоечные опоры, представляющие собой длинные сваи, заглубленные в структурно-неустойчивые грунты. Неравномерные осадки таких опор приводят к смещению и деформациям балок пролётных строений и даже к их обрушению. Оценка безопасности таких сооружений должна проводиться не только с учётом имеющихся внешних факторов риска, но и расчётного прогноза устойчивости опор при наличии «слабого звена».

Методика, изложенная в /2/, позволяет также оценить конструктивную безопасность существующих сооружений в связи с требованиями нового ГОСТ Р

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

«Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения и габариты приближения». Как показали расчёты, проведенные в «НИЛ ТРАНСМОСТ» проф. Гейзеном Р.Е., большинство эксплуатируемых мостов не удовлетворяют этим требованиям. Для их реконструкции необходимо провести тщательное обследование с установлением конструктивной безопасности всех элементов, выявлением слабого звена и определением строительного риска.

Библиографический список

1. ГОСТ 27751-88. Надёжность строительных конструкций и оснований. –М.: Госстрой СССР, 1988. -5с.
2. Стандарт конструктивной безопасности зданий, строений и сооружений (Габрин К.Э., Мельчаков А.П., Мальчаков Е.А.) /Территориальные строительные нормы. –Ектеринбург, 2004г. -22 с.
3. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы/ Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2000. -214 с.
4. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах (ВСН 4-81) / Минавтодор РСФСР. –М.: Транспорт, 1981. – 32с.
5. Иосилевский Л.И. Практические методы управления надёжностью железобетонных мостов. М.: Науч.-изд.центр «Инженер», 2001 г. -324с.

Электронное научное издание

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции

7 ноября 2017 г.

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к сотрудничеству обращаться по электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов

ISBN 978-1-370-46034-2

9 781370 460342

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 24,3. Тираж 100 экз.
Издательство НОО Профессиональная наука
Нижний Новгород, ул. Ломоносова 9, офис 309
Издательство Smashwords, Inc.15951 Los Gatos Blvd., Ste 16, USA