м

16+

Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития

I МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОО ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА | www.scipro.ru

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА

Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития

Сборник научных трудов
по материалам I Международной
научно-практической конференции

25 сентября 2017 г.

www.scipro.ru
Санкт-Петербург, 2017

УДК 001
ББК 72

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

Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития: сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, 25 сентября 2017 г. Санкт-Петербург: НОО «Профессиональная наука», 2017. 527 с.

ISBN 978-1-370-41337-9

В сборнике научных трудов рассматриваются актуальные вопросы развития техники, инноваций, машиностроения, сельского хозяйства, пищевой промышленности, строительства по материалам I Международной научно-практической конференции **«Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития»** (25 сентября 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 2819-10/2015K от 14.10.2015 г.

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

УДК 001
ББК 72

© Редактор Н.А. Краснова, 2017

© Коллектив авторов, 2017

© НОО Профессиональная наука, 2017

© Smashwords, Inc., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ 6

Женжебир В.Н. Факторы устойчивого экономического развития промышленности 6

Пшава Т.С. Методические подходы к оценке инновационного потенциала промышленного предприятия 42

Фадеев А.С. Экономические проблемы развития промышленности 77

Филатов В.В. Особенности регулирования экономики АПК 112

СЕКЦИЯ 2. МЕТАЛЛУРГИЯ 148

Заварцев Н.А., Гафаров М.Ф., Сагидуллин Р.З. Обзор механизмов окисления металлов и влияния аллотропии и температуры на кинетику окисления..... 148

СЕКЦИЯ 3. ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБОРОННЫЙ ЗАКАЗ 168

Батьковский М.А., Кравчук П.В. Оценка эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство 168

СЕКЦИЯ 4. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ... 190

Малетич Г.К., Потанин Д.В. Изучение эффективности новых приемов ухода за кроной яблони 190

СЕКЦИЯ 5. РАСТЕНИЕВОДСТВО 203

Герасименко В. Н., Ивчек А. Н., Коваль Ю. О. Сравнительная биоэнергетическая оценка некоторых приемов возделывания сои в Краснодарском крае 203

СЕКЦИЯ 6. ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО 210

Бычкова И.М. Экономическое обоснование технического решения по предупреждению гидратообразования в автономных системах газоснабжения 210

СЕКЦИЯ 7. СВЯЗЬ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МАССОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ 219

Коптев Д.С. Актуальность исследования влияния дестабилизирующих факторов на приём фазомодулированных сигналов малой позиционностив спутниковых системах связи 219

Коптев Д.С. Исследование качественных показателей средств компенсации при приёме сигналов с ФМ-2 и ФМ-4в спутниковом радиоканале 258

Коптев Д.С. Расчёт энергетических потерь нешумового характера, вызванных неидеальностью амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик

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

спутникового радиоканала при приёме сигналов ФМ-2 и ФМ-4 283

Шевцов А.Н. Актуальность исследования современного состояния организации полётов гражданской авиации и уровня обеспечения её безопасности 320

Шевцов А.Н. Изучение требований к сетям связи при обеспечении воздушного движения..... 353

Шевцов А.Н. Исследование опыта зарубежных авиакомпаний в вопросе обеспечения безопасности полётов гражданской авиации за счёт применение средств связи «БОРТ-ЗЕМЛЯ»..... 392

Щитов А.Н. Анализ современных требований побезопасности полётов гражданской авиации в свете 101-й поправки ИКАО применительно к Российской Федерации 427

Щитов А.Н. Анализ опыта зарубежных авиакомпаний в области безопасности полетов..... 460

Щитов А.Н. Расчёт зависимости вероятности ошибки от среднего отношения сигнал/шум при передаче данных на участке ВС-СПУТНИК-ЗЕМЛЯ 495

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. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ

УДК 332.146.2

Женжебир В.Н. Факторы устойчивого экономического развития промышленности

Factors of sustainable economic development of the industry

Женжебир Вячеслав Николаевич,
Доктор педагогических наук, профессор кафедры «Менеджмента, государственного и муниципального управления»,
Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
Zhenzhebir Viacheslav Nikolaevich,,
Doctor of pedagogical Sciences, Professor, Department of Management, state and municipal management
Moscow state University
technology and management. K. G. Razumovsky (PKU)

Аннотация. В работе рассмотрены факторы устойчивого экономического развития промышленности. Дана общая характеристика машиностроительного комплекса, рассмотрено производство машин и оборудования

Ключевые слова: организация, механизмы, функции, рынок, машиностроительный комплекс, производство, машины, оборудование.

Abstract. The paper considers the factors of sustainable economic development of the industry. A General characteristic of machine-building complex, considered manufacture of machinery and equipment.

Keywords: organization, mechanisms, functions, market, machine building, manufacturing, machinery, equipment.

Кризис в России связан, прежде всего, с нарушением пропорций общественного воспроизводства. Структура российского ВВП такова, что в нем 2/3 составляют услуги, а удельный вес продукции обрабаты-

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

вающей промышленности и сельского хозяйства соответственно составляет 16,3 и 3,9%. Кроме того, в структуре российского ВВП крайне инвестиционных и инновационных товаров, а также нахватает продовольственных товаров. В этих условиях невозможно обеспечить за счет отечественных ресурсов не только расширенное, но и простое воспроизводство интенсивного типа. Поэтому считаем, что понятие «устойчивость экономического роста» очень близко приближается к понятию «расширенное воспроизводство интенсивного типа», но с учетом экономической составляющей[1].

Поскольку Россия не относится к числу развивающихся стран, а считается только «временно отставшей», в предстоящее десятилетие ей достаточно будет поднять долю производственных инвестиций до 25–30% ВВП. Для этого необходимо настойчиво продолжать меры по возрождению на новой научно-технической основе отечественного машиностроения. В первую очередь можно и нужно восстановить авиационную промышленность, производство оборудования для электростанций, станкостроение, строительство судов для торгового и рыболовного флота, а также большегрузных танкеров для транспортировки нефти и сжиженного газа. Чтобы сохранить экономическую целостность России, нужен современный, доступный для большинства населения воздушный, морской и железнодорожный транспорт. Все это позволит повысить экономический рост до устойчивых 5–6% в год (конечно, в послекризисный период)[2].

Другое стратегическое направление качественного обновления и реконструкции экономики России – восстановление и расширение проверенного годами механизма количественного и качественного роста

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

интеллектуального потенциала страны. В этой связи необходимо обеспечить доступность высшего и среднего образования для всех слоев молодежи, повысить требования к качеству выпускников школ, создать систему переподготовки и повышения квалификации всех специалистов, в том числе учителей и профессуры[3].

В последние годы в рамках национальной программы по развитию образования начата его модернизация: школы обеспечены компьютерами, часть из них присоединена к Интернету. Повышены оклады учителям. Система образования переместилась в сектор стратегической политики государства. К сожалению, позитивные результаты таких мер скажутся лишь через пять-семь лет[4].

В ближайшее десятилетие России предстоит решить задачу преодоления массовой бедности среди населения и резкого снижения социальной напряженности в стране. Вызывает обеспокоенность, что оплата труда наемных работников крайне низка и не соответствует стоимости рабочей силы. Необходимо поднять оплату труда до стоимости рабочей силы, сократить высокую дифференциацию населения страны по доходам[5].

Не отвечает современным требованиям инфраструктура национальной экономики (финансовая, транспортная, логистическая). В этом отношении чрезвычайно важно доводить состояние аэропортов и морских портов до уровня мировых стандартов, неуклонно улучшать качество всей производственной и социально-бытовой инфраструктуры. Особую тревогу вызывает состояние инфраструктуры ЖКХ[6].

По данным Министерства регионального развития РФ в среднем по России физический износ котельных достиг 55%, коммунальных сетей водопровода – 65%, электрических сетей – 58%, водопроводных

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

насосных станций – 65%, канализационных насосных станций – 57%, канализационных сетей – 56% и очистных сооружений – 54%. При этом ясно и другое: без улучшения дел в этой области нельзя добиться кардинальных сдвигов в экономике и качестве жизни населения страны[7].

Необходимо обеспечить кардинальное улучшение условий инновационной деятельности. При этом важно освободить от налогообложения часть прибыли, направляемой на цели развития производства и освоение новой техники, научных исследований и разработок. Считаем, что реализация предложения о «налоговых каникулах» для вновь создаваемых обрабатывающих предприятий, а также освобождение от налога на прибыль научных и инновационных организаций в течение пяти лет работы, несомненно, окажет позитивное влияние на экономику страны[8].

Следует осуществить законодательное обеспечение инновационной деятельности. Анализ показывает, что этот процесс в стране успешно развивается. Действую законы «О науке и государственной научно-технической политике», «О защите инвестиций», «О таможенном тарифе», «О банке развития» и др. Однако до сих пор нет единого законодательного акта – федерального закона об инвестиционной деятельности. Необходимо сформировать национальную инновационную систему[9].

Важный аспект проблемы – подъем сельского хозяйства, поскольку оно производит сырье для легкой промышленности, создает условия для стабильного развития общества. Созданная за годы плановой экономики материально-техническая база сельского хозяйства стремительно разрушается. Объем производства промышленной продукции сельскохозяйственного назначения, особенно орудий и 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|

труда, упали намного ниже предельно допустимого уровня. При плановой экономике страна по обеспечению продовольствием на душу населения занимала шестое место в мире, а теперь находится на 40-м месте[10].

Доля импортных продовольственных товаров превысила порог стратегической зависимости от внешних поставок продовольствия. В мировой практике принято, что импорт должен составлять 20–30% общего внутреннего потребления, а для России, по разным оценкам, эта доля составляет от 40 до 50%[11].

Россия попала в своего рода «сырьевую ловушку»: неэффективная обрабатывающая промышленность испытывает сильный спад, а конкурентоспособная добывающая промышленность на внешних рынках – подъем. Инвестиции идут в добывающую отрасль, сырье вывозится за рубеж, на вырученную валюту закупаются продукты питания. Необходим выбор новой модели экономического развития, и прежде всего инвестиционно-инновационной модели, в которой экономический рост был бы основан на масштабном увеличении притока инвестиций инновационного характера в реальный сектор экономики[12].

Важно улучшить демографическую ситуацию в стране, повысить рождаемость и сократить смертность, обеспечить последовательное и стабильное увеличение расходов на государственную поддержку семей с детьми и охрану здоровья населения[13].

В условиях века знаний решающим фактором общественного прогресса является развитие науки и образования, создание мощной сети здравоохранения. Сегодня успех национальной экономики прямо зависит от качества человеческого капитала. В долгосрочной стратегии вложения в человеческий капитал оказываются (и это научно доказано)

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

самыми эффективными. И государство, ответственное за завтрашний день России, должно четко отражать такой подход в своей политике[14].

В современных условиях развитие промышленности и национальной экономики в целом во многом зависит от притока иностранного капитала. Поэтому необходимо создание благоприятных условий для иностранных инвестиций, но при этом, конечно, обеспечить постоянный государственный контроль за их качеством и надежностью[15].

Машиностроительная отрасль является ведущей среди межотраслевых комплексов и отображает уровень научно-технического прогресса и обороноспособности государства, обуславливает развитие иных отраслей хозяйства. Промышленный комплекс является важнейшим межотраслевым комплексом национальной экономики. На его долю приходится 28,8% валового внутреннего продукта, 35,8% основных фондов, с промышленным производством связано 27% занятого населения страны [16].

Промышленности принадлежит решающая роль в развитии национальной экономики, она определяет масштабы, структуру и территориальную организацию производительных сил. Промышленность служит основой расширенного воспроизводства в национальной экономике. Она непрерывно воспроизводит средства производства как для себя, так и для других отраслей экономики[17].

Особенно велика роль тяжелой индустрии, которая вооружает необходимой техникой и технологиями все отрасли промышленного производства, сельского хозяйства, строительства, транспорта, связи, торговли, обеспечивая дальнейший технический прогресс. Под воздействием промышленности развивается сложная система экономических

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

связей, растут города, формируются сельскохозяйственные сырьевые базы, пути сообщения, разрабатываются новые источники сырья, топлива, энергии[18].

По сравнению с другими отраслями экономики промышленность обладает более высокими конкурентными преимуществами. Она является ведущей в объеме экспорта страны (свыше 90%) и сумме валютных поступлений, формировании бюджета[19].

Промышленный комплекс РФ в структурном отношении представляет сложную систему, которой присущи основные прогрессивные тенденции мирового хозяйства. Для системы статистического учета, экономического анализа, разработки социально-экономических программ и других целей специализированные отрасли промышленности, сходные между собой по назначению производимой продукции, используемому сырью и характеру технологии, объединяют в более крупные структуры (всего около 20 отраслей)[20].

Машиностроительный комплекс рассматривается как совокупность машиностроительных и металлообрабатывающих отраслей промышленности, а также смежных и вспомогательных производств, проектных, конструкторских и научно-исследовательских организаций. В свою очередь машиностроение объединяет ряд специализированных отраслей и подотраслей, сходных по технологии и используемому сырью [21].

Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность является ведущей отраслью национальной экономики и служит одним из основных источников валового внутреннего продукта и валютных поступлений. В ней создается 22,2% стоимости произведенной

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

промышленной продукции, сосредоточено 20,0% промышленно-производственных основных фондов, занято 86,3% общей численности промышленно-производственного персонала страны [22].

Машиностроительный комплекс отличается широким развитием межотраслевых и внутриотраслевых связей, основанных на производственной специализации и кооперировании, что усиливает интеграционные процессы в экономике РФ и странах СНГ. Выпуская орудия труда для разных отраслей хозяйства, комплекс способствует модернизации и реконструкции производственного потенциала страны в целом[23].

Станкостроительная и инструментальная промышленность является базовой подотраслью научно-технического прогресса в машиностроении и объединяет предприятия по производству автоматических линий, металлообрабатывающих станков, универсальной технологической оснастки, кузнечно-прессового и литейного оборудования, металлообрабатывающего инструмента, гидроаппаратуры и других изделий общемашиностроительного назначения[24].

Машиностроительная отрасль – значительнейший из промышленных комплексов, на его часть приходится практически 25% стоимости произведенных товаров и практически 35% всех трудящихся в хозяйстве нашей страны, а также около 25% стоимости основных промышленно-производственных фондов. В России данный комплекс развит недостаточно. В экономической области развитых государствах на изделия машиностроительного комплекса приходится 35–40% стоимости промышленной производственной деятельности и 25–35% занятых в промышленной сфере, в развивающихся государствах существенно меньше[25].

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 сравнении с промышленностью в общем, машиностроительная отрасль и металлообработка характеризуются более значительными объемами компаний (средний размер компании в отраслях составляет по количеству работающих около 1700 человек, при сравнении с менее чем 850 по промышленной сфере в общем), большей фондоёмкостью, капиталоёмкостью и трудоёмкостью изделий. сложные изделия машиностроения требуют различной по профессиям и квалифицированной рабочей силы[26].

Среди всех отраслей промышленной сферы машиностроительная отрасль занимает первое место по части в валовых товаров и промышленно-производственном персонале, второе место (после топливно-энергетической машиностроительной отрасли) по части в промышленно-производственных фондах, а также в структуре экспорта[27].

Таким образом, научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства реализуется через изделия машиностроения, особенно таких ее приоритетных отраслей как станкостроение, электротехническая и электронная промышленность, приборостроение, производство электронно-вычислительной техники. Машиностроительная отрасль, следовательно, представляет собой катализатор научно-технического прогресса, на основе которого реализуется техническое перевооружение всех отраслей народного хозяйства[28].

За последние десятилетия появился ряд новых отраслей, взаимосвязанных с выпуском средств автоматизации, электроники и телемеханики, оборудования для атомной энергетики, реактивной авиации, бытового оборудования. Главным образом поменялся характер изделий в старых отраслях машиностроения[29].

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

Главное финансовое назначение изделий машиностроения – облегчить труд и увеличить его производительность с помощью насыщения всех отраслей народного хозяйства главными фондами большого технического уровня[30].

Основной тенденцией в развитии современного станкостроения является все более интенсивное применение технологического оборудования, построенного по блочно-модульному принципу, необходимость реализации которого обусловлена следующими противоречиями в развитии станкостроения: постоянное требование к расширению номенклатуры и обновлению продукции, вызванное расширением запросов потребителей; постоянное требование к минимизации производственных издержек за счет увеличения серийности; постоянное требование к эргономике[31].

Эти тенденции определяют основные требования к производителям металлообрабатывающего оборудования: постоянное увеличение номенклатуры (а в некоторых случаях и объемов); гибкое и оперативное реагирование на перманентно изменяющееся требования рынка (особенно к техническому уровню продукции); постоянное повышение конкурентоспособности товара[32].

Основные требования в свою очередь определяют технико-экономический уровень, который определяется совокупностью уровней, входящих в технологическое оборудование составных частей. Повышение технико-экономического уровня станков определяется изменением технико-экономических характеристик отдельных составных частей[33].

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 станкостроении продукция и физически, и морально стареет не в целом, а дискретно, по частям. Все это говорит о том, что без применения блочно-модульного метода построения повышение технико-экономического уровня продукции практически невозможно[34].

Отраслевая структура – это совокупность отраслей народно – хозяйственной машиностроительной отрасли, характеризующихся установленными пропорциями и взаимосвязями. В отраслевом плане структура единого народнохозяйственной машиностроительной отрасли представлена двумя областями: материальной производственной деятельности (или производственной сферой) и нематериальной производственной деятельности (непроизводственной сферой)[35].

Основу единого народнохозяйственной машиностроительной отрасли составляет область материальной производственной деятельности, в которой занято 68,7% населения от общей количеству всего населения, занятого во всех область хозяйственной функционирования[36].

За годы экономических реформ в нашей стране произошли некоторые позитивные перемены в соотношении между производственной и непроизводственной сферой. Так, часть занятых в отраслях материальной производственной деятельности уменьшилась с 70,6% до 68,7%, а в отраслях нематериальной производственной деятельности увеличилась с 29,4% до 31,3%. Уменьшается часть занятого населения в промышленной сфере, строительстве, а растёт в торговле, общественном питании, материально-техническом снабжении, кредитовании, финансах и страховании, аппарате органов управления. Изменение структуры занятости по отраслям хозяйственной машиностроительной отрасли и областям приложения труда говорит о развитии рыночных структур в экономике[37].

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 сдвиги отмечались и в структуре произведенного валового внутреннего продукта (ВВП). За 1992–1996 гг. удельный вес услуг увеличился с 32,6 до 52,6%. Но эти структурные перемены произошли в главном за счет снижения уровня промышленной производственной деятельности и неравномерного роста цен. Перелив капитала идет в сторону экономической и торговой экономики. Происходит стихийная структурная перестройка, ведущая к деиндустриализации экономики[38].

Для нынешней структуры народного хозяйства нашей страны характерной чертой является наличие не только отраслевых, но и межотраслевых комплексов. Все в большей степени идет процесс укрепления производственных связей, интеграции разных ступеней производства. Межотраслевые производства (комплексы) возникают и развиваются как внутри некоторой взятой отрасли народного хозяйства, так и между отраслями, имеющими тесные технологические связи[39].

Сформировались такие межотраслевые комплексы, как топливно-энергетический, металлургический, машиностроительный, химико-лесной, строительный, агропромышленный, транспортный. Более трудной структурой отличаются агропромышленный и строительный комплексы, содержащие различные отрасли народного хозяйства[40].

В условиях становления и развития рыночных отношений все большее значение приобретает инфраструктура. Инфраструктура – это совокупность материальных средств, обеспечивающая производственные и социально-бытовые потребности. В зависимости от выполняемых функций выделяют производственную и социальную инфраструктуру[41].

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

Производственная инфраструктура продолжает процесс производства в области обращения и формирует новую стоимость. Она содержит транспорт, связь, складское и тарное хозяйство, материально-техническое снабжение, инженерные сооружения, теплотрассы, водопровод, коммуникации и сети, нефтепроводы, ирригационные системы и т.п.[42].

Социальная инфраструктура содержит пассажирский транспорт, систему связи по обслуживанию населения, коммунально-бытовое хозяйство городских и сельских поселений. Инфраструктура играет огромную роль не только в результативном обеспечении процесса производства, но и в развитии социально-бытовой области населения, а также в развитии комплексности народного хозяйства и в освоении новых территорий[42].

Становление рыночной экономики в Отечественной Федерации сопровождается развитием рыночной инфраструктуры. Создаются и развиваются товарные, фондовые, валютные биржи; возрастает количество коммерческих банков в разнообразных регионах нашей страны[43].

Дифференциация структуры народнохозяйственной машиностроительной отрасли РФ можно охарактеризовать разделением значительных отраслей на простые отрасли и под отрасли. В особенности ярко дифференциация выражена в промышленной сфере, где выделяются 11 наиболее значительных отраслей, 150 простых производств и больше 300 под отраслей[44].

Под территориальной структурой понимают деление системы народного хозяйства по территориальным образованиям – зонам, районам различного уровня, промышленным центрам, узлам. Она меняется

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

существенно медленнее, чем отраслевая структура, так как главные ее элементы сильнее привязаны к конкретной территории. Территориальная структура выступает основой территориальной организации хозяйства. Освоение новых территорий с уникальными природными богатствами меняет структуру некоторых регионов и способствует формированию новых территориальных комплексов[45].

Становление рыночной экономики в нашей стране требует решения главней задачи – совершенствования ее отраслевой структуры, характеризующейся большим удельным весом топливно-сырьевых отраслей при сопоставимо низком удельном весе сектора технологичных, наукоемких производств, что явно не соответствует структуре экономики развитых государств мира. Поэтому нужен переход от утяжеленной основными отраслями экономики к хозяйственной структуре, ориентированной на удовлетворение потребностей населения[46].

Производство многих видов машиностроительных товаров требует больших издержек труда людей, большой квалификации работающих, в особенности трудоемки приборостроение и иные новейшие отрасли. Эти отрасли также требуют непрерывного внедрения последних достижений науки, т.е. являются наукоемкими[47].

Размещаются такие производства в значительных городах либо рядом с ними (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и др.) там, где имеется много квалифицированных работающих и инженеров, есть научная база (значительные НИИ, КБ). По этой причине иные главные факторы размещения отрасли – факторы трудовых ресурсов и наукоемкости[48].

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 машиностроительные производства, в особенности тяжелое машиностроительная отрасль (производство оборудования для металлургии, горнодобывающей промышленной сфере), металлоемки, по этой причине главным фактором их размещения является близость значительных металлургических компаний[49].

Тяжелое машиностроительная отрасль развито на Урале, юге Западной Сибири, т.е. в районах, где производится много металла. Многие виды машиностроительных товаров необходимы везде, но некоторые (к примеру, льноуборочные комбайны, тракторы для вывоза леса) требуются только в некоторых регионах. При этом такие машины трудно транспортировать из-за большого веса и значительных размеров, значит их выгоднее производить в районах потребления. По этой причине близость потребителя тоже влияет на размещение отрасли[50].

С целью обеспечения угледобывающих предприятий современным горно-шахтным оборудованием, а также замены устаревшего, на ОАО "Юрмаш" в настоящее время изготавливается полный набор оборудования для очистных забоев (крепи, конвейеры, очистные комбайны, перегружатели, механизмы передвижки перегружателей, дробилки, крепи сопряжения, кабелеукладчики и др.) Сегодня на Юрмаше прорабатываются возможности производства проходческой техники и лавного оборудования на мощные и на малые угольные пласты[51].

Современная промышленность предъявляет повышенные требования к процессам шлифования, что, в свело очередь, требует создания новых и совершенствования существующих абразивных материалов инструментов[52].

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

ОАО "Юргинский абразивный завод" выпускает более 150 типоразмеров абразивного инструмента на бакелитовой связке из электрокорундовых карбидокремниевых материалов. Только за последнее время разработаны технологии и освоено производство шлифовальных кругов прямого профиля, конического профиля для плоского и профильного шлифования. Разработаны техпроцессы и идет освоение выпуска специнструмента для железнодорожной отрасли для профильной шлифовки головок рельсов и для безприжоговой резки рельсов, для обработки сварных стыков железнодорожных рельсов[53].

В настоящее время ООО "Кемеровохиммаш" является базовым предприятием химического машиностроения Западно-Сибирского региона. На протяжении более 25 лет оно является одним из ведущих производителей емкостного, теплообменного, кристаллизационного оборудования, а также оборудования для очистки газа и жидкости. Продукция предприятия используется в химической и нефтехимической промышленности, черной, цветной металлургии, на предприятиях угольной и пищевой промышленности[54].

Результатом сотрудничества с научно-исследовательскими институтами стала организация выпуска энергосберегающих холодильных машин и тепловых насосов. Подобные агрегаты пользуются мировым спросом и значительно дешевле зарубежных аналогов[55].

Одним из наиболее перспективных направлений развития считается производство оборудования для угольного машиностроения, в т.ч. обогатительных фабрик и угольных разрезов. Для угольной промышленности освоен выпуск машин смесительнозарядных типа МСЗ-20, цистерн для перевозки взрывчатых веществ, быстроразъемные соеди-

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

нения, поворотный механизм экскаватора, металлокрепь, для обогатительных фабрик - емкости, перегрузочные устройства в комплекте с питателями, установки пробоотбирателя, сушильные барабаны и другое оборудование. Удовлетворение технических требований заказчиков, обеспечение высокого качества изготовления в сочетании с умеренными ценами, условиями и сроками поставки, гарантийным и сервисным обслуживанием являются основными принципами работы с заказчиками[56].

Кемеровский электромашиностроительный завод (КЭМЗ) образован 7 ноября 1941 года и в 2001 году отметил 60 - летие. Завод специализируется на выпуске взрывозащищенного электрооборудования Для нужд химический, нефтяной, газовой и угольной промышленностей[57].

В последние годы было освоено производство новых для завода электродвигатели с высотой оси вращения 250 -280 мм, ранее выпускающиеся на Украине, электродвигатели с водяным охлаждением, разработаны и находятся в стадии освоения серийного производства новые электромагнитные пускатели на базе вакуумных контакторов, что позволяет повысить их безопасность и уменьшить весогабаритные параметры, в стадии подготовки производства новые автоматические выключатели с дистанционным отключением, изготовлены опытные партии пускателей на 315А и пускателей для управления двухскоростными двигателями. Следует особо отметить, что все новые двигатели и аппараты разрабатываются и выпускаются на напряжение 1140В, что является одним из главных требований угольных шахт[58].

В мае 1992 года в Кемеровской области появился первый посевной комплекс американского производства "Конкорд", поразивший

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

специалистов своими характеристиками и возможностями: все операции по весенней обработке почвы за один проход по полю, высокая эффективность и рентабельность. Тогда же было решено организовать сборочное производство таких машин в Кемерово, и к 1994 году оно было организовано. Сначала на заводах Кузбасса производили 35 процентов деталей, затем - 55 - 70 процентов. Наконец, сегодня уже 85 процентов всех деталей выпускается на предприятиях Кузбасса и России[59].

Машина претерпела существенные изменения, появилось несколько ее модификаций, она полностью приспособлена к российским условиям, имеет все необходимые сертификаты и пользуется устойчивым спросом. В 1999-м году комплекс, к тому времени уже давно переставший быть американским, решено было назвать по имени региона, где он производится. Так и появился ПК "Кузбасс". Который до сих пор не имеет аналогов в России[60].

Организатор проекта, его мотор и одновременно производитель этих машин - кемеровская фирма "Агро". И уже более 350-ти посевных комплексов "Кузбасс" выпущено в России. Они работают на полях практически всех сибирских регионов, в южных и центральных областях страны, на Урале, а также в Белоруссии, на Украине, в Казахстане и в Монголии[61].

Посевной комплекс "Кузбасс" производит полный цикл, весенних полевых работ за один проход по полю, заменяя целый караван техники. Работая по беспахотной технологии ленточного посева, машина производит культивирование, протравливание семян, посев, боронование, вносит удобрения, прикатывает почву с помощью системы специальных колес. Плюс к тому выравнивание полей[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|

Сама технология сева уникальна для России. В ее основе лежат пневмосистема и многофункциональный бункер. Два отсека бункера обеспечены автономными высевающими механизмами, поэтому в бункер можно одновременно засыпать и семена, и удобрения. Применение ПК "Кузбасс" позволяет хозяйствам значительно снижать затраты и повышать урожайность зерновых на 3-6 центнеров с гектара. В два-три раза сократились затраты - прежде всего за счет экономии горючего и рабочей силы[63].

Рождение и история Кузнецкого машиностроительного завода были неразрывно связаны с историей Российского государства. В августе 1941 года, в тяжелейшие для страны дни, было принято решение об организации в г. Сталинске (ныне Новокузнецке) машиностроительного завода. 16 января 1942 года "Союзный государственный завод № 526" народного комиссариата вооружения был внесен в реестр Государственных предприятий СССР. В июне 1942 года была изготовлена и отправлена в действующую армию первая партия боевых машин. В 1944 году выпуск продукции для фронта, по сравнению с 1942 годом, увеличился в 9,5 раз[64].

В настоящее время на машзаводе производится около 600 наименований горно-шахтного оборудования и горно-режущего инструмента. В то же время, в последние годы значительно расширился спектр предприятий-партнеров. Теперь это: угольные разрезы, металлургические предприятия и предприятия энергетики. Специалисты завода разрабатывают и внедряют в производство новые изделия и технологии: возрождено литейное производство, восстановлен цех точного литья, в сталеплавильном производстве внедрены новые технологии[65].

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 своей работе специалисты предприятия зачастую опираются на связь с учеными так, совместно с учеными СибГИУ создан модификатор для производства отливок из высокопрочного чугуна, разработана и внедрена ресурсосберегающая технология переработки отходов коксохимического, сталеплавильного и прокатного производства[66]. Последняя совместная разработка заводчан с учеными - устройство для очистки конвейерной ленты от налипающих пород принципиально отличается от аналогов, т.к. обеспечивает большой ресурс, безопасность труда рабочих. Это новая продукция особенно актуальна для угольной и металлургической промышленности Кузбасса, России и ближнего зарубежья[67].

Сибирский завод тензометрического приборостроения - является одним из ведущих машиностроительных предприятий Кузбасса прошедших конверсию и успешно работающих в условиях рыночной экономики[68].

Еще до начала реформ на заводе в содружестве с учеными Сибирского отделения академии наук СССР была проведена работа по обучению руководящих кадров основам рыночной экономики, что позволило к началу рыночных преобразований при одновременной потере оборонного заказа более 50% объема выпуска продукции, в кратчайшие сроки разработать программу выживания и развития предприятия[69].

Вновь освоенная продукция - горно-шахтное оборудование, весоизмерительные системы, приборы, запасные части к котельному оборудованию, средства пожаротушения - ориентирована на базовые отрасли экономики и пользуется спросом на предприятиях по добыче 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|

переработке угля, черной и цветной металлургии, горнорудной промышленности, электроэнергетики, добыче и переработке нефти и газа, железнодорожном транспорте, дорожном строительстве, коммунальном хозяйстве, сельском хозяйстве и переработка сельхозпродукции, предприятиях машиностроения и других отраслей. Поставка продукции осуществляется практически во все регионы России, а также в страны СНГ и дальнего зарубежья[70].

ОАО "Сибэлком" которое и в области и в стране на протяжении десятков лет знали как завод "Кузбассрадио" в январе 2002 года отметило шестидесятилетие. За годы своего становления и развития завод объединил несколько предприятий различных профилей. Сейчас основу выпуска готовой продукции составляют установочные и коммутационные изделия. Это ламповые панели с разрядниками, различного рода переключатели, в том числе и под печатный монтаж. Продукция выпускается как общепромышленного, так и специального назначения, для предприятий оборонного комплекса. Освоены и выпускаются высокоэффективные электроводонагреватели для загородных коттеджей, гаражей и др. Большую надежду заводчане возлагают на освоение нового направления - выпуск медицинского инструментария для травматологии и гинекологии. Качество и надежность Сибэлкомовского медицинского инструмента получили высокую оценку у медиков нашей области других областей Сибири, а также медучреждений Москвы и других городов России[71].

Заводские конструкторы, технологи занимаются разработками новых изделий. Одна из последних разработок - выключатель во взрывозащищенном исполнении для блоков управление задвижками маги-

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

стральных газонефтепроводов получила высокую оценку у специалистов. В плане предприятия разработка и выпуск более десятка типов новых изделий[72].

О конкурентоспособности и качестве подшипников ОАО "Сибирская подшипниковая компания" говорит круг потребителей её продукции. Среди них: Камаз, ГАЗ, Ярославский моторный завод, Красноярский комбайновый завод, Алтайдизель, Волгоградский тракторный завод, зарубежные фирмы Германии, Испании, Сингапура. Несмотря на то, что такую же номенклатуру подшипников выпускает еще шесть подшипниковых заводов, вышеперечисленные предприятия, предпочитают сотрудничество с ОАО "Сибирская подшипниковая компания"[73].

Машиностроительная отрасль развита во всех районах государства, но специализация его разнообразна в различных регионах. Для того чтобы машиностроительная отрасль государства могло выйти из кризиса, требуется повышение технического уровня изделий, уменьшение металлоемкости, уменьшение трудоемкости производства за счет его автоматизации, обновление парка станков, многие из которых давно устарели[74].

Сегодня главная стратегическая задача состоит в промышленности и экономики страны в целом на инновационный путь развития; формирования фундаментальных научных знаний; переориентации сферы НИОКР с военно-технических задач на решение проблем улучшения качества жизни; восстановление машиностроения на новой технико-технологической базе; повышения конкурентоспособности национальной промышленности; реализации стратегии – экономии природных ресурсов; формирования национальной инновационной 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|

Последнее, по нашему мнению, особо значимо для развития прогресса научных знаний и своевременного внедрения достижений НТП в производство[75].

Для решения выделенных стратегических задач первоочередные тактические задачи следующие: снижение налогового бремени с инновационных предприятий, осуществление политики протекционизма в области новых технологий, развитие инновационной инфраструктуры, поддержка венчурного финансирования инновационных проектов[76], поддержка экспорта высокотехнологичной продукции за рубеж, определение перечня и механизма реализации основных инновационные проектов государственного назначения на ближайшие несколько лет, формирование благоприятных условий для развития малого инновационного предпринимательства[77], всесторонняя поддержка инновационно-ориентированных предприятий, облегчение процедуры официальной регистрации учреждений и организаций, занимающихся научно-технической инновационной деятельностью[78].

Реализация этих и других мер должна резко повысить устойчивость и конкурентоспособность промышленности и всей экономики страны в целом, обеспечить динамичное социальное развитие общества и экономическую безопасность России[79].

Библиографический список

1. Машиностроительный комплекс РФ: отраслевые, региональные и стратегические аспекты развития. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Шленов Ю.В., Воробьёв Д.И., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Фёдоров Б.К., Шестов А.В. Курск, 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|

2. Женжебир В.Н. Внешнеторговый оборот продукции отечественного машиностроения. В сб.: Наука и инновации в современных условиях Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 5 частях. 2016. С. 128-135.

3. Фадеев А.С. Технологические процессы предприятий машиностроительного комплекса при обработке металлов давлением. В сб.: Инновационные механизмы решения проблем научного развития сб.. Ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 100-107

4. Женжебир В.Н. Исследование проблем современного машиностроения. В сб.: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 40-46

5. Филатов В.В. Изучение структурных отраслевых сдвигов в машиностроительном комплексе РФ. В сб.: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 144-149. 53

6. Женжебир В.Н. Перспективы производства машин и оборудования машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 57-63.

7. Фадеев А.С. Технологические процессы предприятий машиностроительного комплекса при сварке, резке и пайке металлов. В сб.: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 162-168.

8. Женжебир В.Н. Типы организации производства машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Новые информационные технологии в науке. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 64-71.

9. Женжебир В.Н. Проблемы российской торговли машинами и оборудованием. В сб.: Инновационные механизмы решения проблем

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

научного развития Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 76-82.

10. Пшава Т.С. Планирование концентрации производства в промышленном комплексе. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 145-152.

11. Женжебир В.Н. Тенденции и перспективы развития машиностроительного комплекса. В сб.: Материалы и методы инновационных исследований и разработок Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 3 частях. 2016. С. 77-84.

12. Филатов В.В. Программа развития машиностроительного комплекса в условиях рыночной экономики. В сб.: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 189-193.

13. Женжебир В.Н. Влияние на структуру машиностроительного комплекса общественного разделения труда, дифференциации и специализации отраслей. В сб.: Наука, образование и инновации Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 78-82

14. Женжебир В.Н. Современное состояние и особенности размещения общего машиностроения в РФ. В сб.: Научные основы современного прогресса Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 92-98.

15. Фадеев А.С. Перспективы развития энергетического машиностроения промышленного комплекса РФ. В сб.: Наука и инновации в современных условиях. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 5 частях. 2016. С. 121-127.

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

16. Женжебир В.Н. Отраслевая структура комплекса машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 94-99.

17. Фадеев А.С. Управление процессом сборки и последовательностью автоматического соединения деталей на предприятиях машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Материалы и методы инновационных исследований и разработок. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 3 частях. 2016. С. 114-121.

18. Женжебир В.Н. Перспективы развития железнодорожного подкомплекса машиностроения РФ на основе нанотехнологий. В сб.: Научные основы современного прогресса Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 98-103.

19. Фадеев А.С. Производство электронного и оптического оборудования в машиностроительном комплексе РФ. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 177-181

20. Филатов В.В. Основные направления технологической модернизации предприятий машиностроительного комплекса. В сб.: Материалы и методы инновационных исследований и разработок/ Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 3 частях. 2016. С. 205-211.

21. Фадеев А.С. Перспективы развития автомобилестроительного подкомплекса машиностроения РФ на основе нанотехнологий. В сб.: Научные основы современного прогресса. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 184-188.

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

22. Фадеев А.С. Современное состояние и особенности размещения тяжелого машиностроения в РФ. В сб.: Научные основы современного прогресса. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 188-194.

23. Фадеев А.С. Виды производства и организационные формы работы предприятий машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Новые информационные технологии в науке. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 226-233.

24. Филатов В.В. Промышленная политика и направления реструктуризации машиностроительного комплекса. В сб.: Инновационные механизмы решения проблем научного развития. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 245-251.

25. Фадеев А.С. Влияние специализации и производственных связей на изменения в отраслевой структуре машиностроения. В сб.: Наука, образование и инновации сб.. Ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 248-253.

26. Фадеев А.С. Методы достижения точности при автоматической сборке на предприятиях машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 54-61. 27

27. Женжебир В.Н. Современные проблемы торговли машинами и оборудованием. В сб.: Инновационные процессы в научной среде Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 82-89.

28. Фадеев А.С. Технологические процессы на предприятиях машиностроительного комплекса при сборочном производстве. В сб.: Инновационные процессы в научной среде. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 93-100.

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

29. Филатов В.В. Формирование стратегии развития промышленных предприятий машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Наука и инновации в современных условиях. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 5 частях. 2016. С. 132-139.

30. Филатов В.В. Организационно - экономические инструменты регулирования инфраструктуры рынка инноваций отраслевой экономической системы. В сб.: Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы. Сб. статей межд. науч.-практ. конф.. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 163-170.

31. Филатов В.В. Многофакторный анализ как инструмент формирования стратегии предприятий машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 195-202.

32. Филатов В.В. Региональные аспекты развития машиностроительного комплекса РФ. В сб.: новые информационные технологии в науке. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 234-241.

33. Филатов В.В. Факторы, способствующие совершенствованию отраслевой структуры машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Инновационные процессы в научной среде/ Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 263-270.

34. Инновационный менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2018

35. Менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 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|

36. Аналитический инструментарий стратегического менеджмента. Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

37. Управленческое консультирование: менеджмент-консалтинг. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Положенцева И.В., Лочан С.А., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Курск, 2017.

38. Менеджмент традиционные и современные модели. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Долгова В.Н., Дорофеев А.Ю., Женжебир В.Н., Кобиашвили Н.А., Князев В.В., Лочан С.А., Медведев В.М., Минайченкова Е.И., Мухина Т.Н., Петросян Д.С., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Справочник / Москва, 2017

39. Методология управления экономической интеграцией и концентрацией на примере организации вертикально - интегрированного холдинга. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Диброва Ж.Н., Денисов М.А., Трифонов Р.Н., Медведев В.М., Фадеев А.С., Князев В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Галицкий Ю.А., Борисова Т.А., Подлесная Л.В., Шестов А.В. Курск, 2016.

40. Методология ценообразования инновационных проектов и научно- исследовательских работ, выполняемых по госзаказу органов исполнительной власти. Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н., Дорофеев А.Ю., Денисов М.А., Маёрина Е.С., Положенцева И.В., Фадеев А.С. Коллективная монография / Москва, 2016.

41. Совершенствование стратегического управления предприятия на основе ситуационного анализа и сбалансированной системы показателей. Филатов В.В., Диброва Ж.Н., Медведев В.М., Женжебир В.Н., Князев В.В., Кобулов Б.А., Паластина И.П., Положенцева И.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|

Кобиашвили Н.А., Фадеев А.С., Шестов А.В. Коллективная монография / Москва, 2015.

42. Управление хозяйственными связями предприятия с поставщиками и потребителями. Филатов В.В., Медведев В.М., Князев В.В., Фадеев А.С., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Кобулов Б.А., Колосова Г.М., Шестов А.В., Подлесная Л.В. Москва, 2015.

43. Научно-техническое развитие как инновационный фактор экономического роста. Ашалян Л.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Медведев В.М., Паластина И.П., Положенцева И.В., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Филатов В.В., Филатов А.В.Коллективная монография / Министерство образования и науки РФ, ФБГОУ ВПО "Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) (МАИ), Московский государственный технический университет им. Баумана. Москва, 2014.

44. Управление лицензионной деятельностью: вопросы теории и практики. Ашалян Л.Н., Дадугин М.В., Диброва Ж.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Пшава Т.С., Филатов В.В., Филатов А.В. Москва, 2013.

45. Филатов В.В., Шестов А.В. Современные тенденции развития отраслей легкой промышленности: региональный, стратегический, инновационный аспект. Москва, 2013.

46. Филатов В.В. Концептуальные вопросы активизации инновационной деятельности в Российской Федерации. Москва, 2013.

47. Проблемы фирмирования инновационной экономики. Баранников А.А., Бузу О.В., Гусар С.А., Дорофеев А.Ю., Михайлушкин П.В., Ноздрин В.В., Сафаргалиев М.Ф., Соколов С.Н., Филатов В.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|

Чабанюк О.В., Черкасов М.Н., Чернов С.С. Под общей редакцией С.С. Чернова. Новосибирск, 2012.

48. Филатов В.В. Управление инновационными рисками. Учебно-методический комплекс дисциплины. Направление подготовки магистров: 080200.68 – "Общий и стратегический менеджмент" / Курск, 2012.

49. Инновационный менеджмент. Филатов В.В., Кобулов Б.А., Положенцева И.В. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2011.

50. Государственное и муниципальное управление. Филатов В.В., Долгова В.Н., Деева В.А., Князев В.В., Бачурин А.П., Медведева Т.Ю., Паластина И.П., Положенцева И.В., Женжебир В.Н. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2010.

51. Теоретические основы проектирования систем менеджмента производственных предприятий в условиях экономической нестабильности. Филатов В.В., Дорофеев А.Ю., Деева В.А., Князев В.В., Кобулов Б.А., Кобиашвили Н.А., Мухина Т.Н., Паластина И.П., Руденко О.Е., Осинская Т.В. Москва, 2008.

52. Стратегия диверсификации системы управления на основе выделения бизнес-единиц. Кобиашвили Н.А., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Фадеев А.С., Медведев В.М., Шестов А.В., Немцев И.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 40.

53. Организационно-экономические подходы к повышению конкурентоспособности хозяйственной деятельности предприятия. Кобиашвили Н.А., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Фадеев А.С., Медведев В.М., Шестов А.В., Кобулов Б.А. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 41.

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

54. Повышение эффективности системы менеджмента качества предприятия на основе оптимизации функциональной подсистемы. Кобиашвили Н.А., Женжебир В.Н., Осинская Т.В., Фадеев А.С., Медведев В.М., Шестов А.В., Кретов М.И. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 42.

55. Международная глобализация и трансформация понятия энергетической безопасности. Алексеев А.Е., Новицкий И.Ю., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Шестов А.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 2.

56. Энергетическая безопасность в европейском союзе: проблемы «зависимости» и развития. Алексеев А.Е., Новицкий И.Ю., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Дадугин М.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 3.

57. Энергетическая безопасность как фактор международного развития. Новицкий И.Ю., Алексеев А.Е., Пшава Т.С., Женжебир В.Н., Шестов А.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 69.

58. Европейский бизнес и энергетическая безопасность в свете мирового кризиса. Новицкий И.Ю., Алексеев А.Е., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Шестов А.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 70.

59. Дилеммность политической элиты стран европейского союза в сфере энергетики. Положенцева И.В., Алексеев А.Е., Новицкий И.Ю., Женжебир В.Н., Пшава Т.С. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 78

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

60. Филатов В.В. Поставщики инновационной продукции на отраслевом рынке инноваций. В сб.: Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики. Сб. научных трудов 3-й межд. науч.-практ. конф.. 2017. С. 259-268.

61. Филатов В.В. Развитие промышленного комплекса России на основе регулирования рынка инноваций отраслевых экономических систем. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 5-4 (46). С. 126-132.

62. Филатов В.В., Царев А.А. Эффективность формирования и регулирования отраслевого рынка инноваций. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 6-1 (49). С. 159-162.

63. Филатов В.В. Анализ возможности использования в России зарубежного опыта развития рынков инноваций отраслевой экономической системы на примере пищевой промышленности. сб.: Современные научные исследования: теоретический и практический аспект Сб. ст. межд. науч.-практ. конф. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 123-131

64. Филатов В.В. Модель развития промышленного комплекса России на основе регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы. Инновации и инвестиции. 2016. № 12. С. 208-211.

65. Филатов В.В. Риск-факторы, препятствующие формированию и регулированию рынка инноваций пищевой промышленности ЦФО. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 3. С. 75-78.

66. Филатов В.В. Механизм взаимодействия участников рынка инноваций пищевой промышленности на основе технологических платформ. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 4. С. 57-62.

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

67. Филатов В.В., Симонова В.А. Предпосылки повышения инновационного потенциала участников основных продуктовых групп пищевой промышленности ЦФО. Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 5 (36). С. 64.

68. Филатов В.В. Формирование экономики знаний в глобальной инновационной сфере на базе научно-исследовательских сетей. Администратор образования. 2013. № 9. С. 208

69. Женжебир В.Н. Механизмы и функции рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.40-74

70. Пшава Т.С. Регулирование потребительского рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.75-107

71. Фадеев А.С. Роль рынка отраслевых инноваций в развитии малого предпринимательства. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.113-142

72. Филатов В.В. Организационно- экономические механизмы формирования портфеля инноваций и стратегии развития производства. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.143-177

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

73. Женжебир В.Н. Управление лицензионной деятельностью инновационных предприятий. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.21-57

74. Пшава Т.С. Методы и особенности прогнозирования рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.114-149

75. Фадеев А.С. Управление инновационной деятельностью промышленных предприятий. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.150-185

76. Филатов В.В. Организационно- экономические механизмы инновационного предпринимательства. X Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.186-221

77. Пшава Т.С. Факторы, определяющие отраслевое развитие машиностроительного комплекса. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 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|

78. Фадеев А.С. Государственное регулирование экономического роста в промышленности. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017

79. Филатов В.В. Влияние экономического кризиса на машиностроение легкой и пищевой промышленности. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 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|

УДК 332.146.2

Пшава Т.С. Методические подходы к оценке инновационного потенциала промышленного предприятия

Methodical approaches to assessment of innovative potential of industrial enterprises

Пшава Татьяна Станиславовна,
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Менеджмента, государственного и муниципального управления»,
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
Pshava Tatiana Stanislavovna
The candidate of pedagogical Sciences, associate Professor, Department of Management, state and municipal management
Moscow state University technology and management. K. G. Razumovsky (PKU)

Аннотация. В работе рассмотрены методические подходы к оценке инновационного потенциала промышленного предприятия. Показано, что при высоком инновационном потенциале менеджмента в процессах управления поощряется инициатива организационных преобразований, ведется регулярная оценка эффективности управления, или мониторинг качества управления, функции исследования отдается явный приоритет, в коллективе царит атмосфера творчества, поиска, развития.

Ключевые слова: организация, механизмы, функции, рынок, оценке инновационный потенциал, промышленное предприятие, производство, машины, оборудование.

Abstract. The paper considers methodological approaches to assessment of innovative potential of industrial enterprises. It is shown that at high innovation potential management in the process management initiative is encouraged organizational change, conducted a regular evaluation of the effectiveness of management, or the monitoring of the quality management functions of a research is given a clear priority in the team atmosphere of creativity, search, development.

Keywords: the organization, mechanisms, functions, market, assessing innovative potential, industrial enterprise, manufacturing, machines, equipment.

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

Ключевой проблемой современного этапа развития экономики России является разработка путей и механизмов развития реального сектора, его оживления и подъема как основы экономического роста[1]. В связи с этим перед российской экономической наукой стоят задачи теоретического обоснования и практического решения проблем адаптации и развития промышленных хозяйствующих субъектов в условиях рыночного реформирования[2].

Новая рыночная среда, новые условия хозяйствования, в которых оказались российские предприятия, неизбежно вызывают к жизни новые системные свойства хозяйственных структур, которые в прежних условиях не были востребованы[3]. Необходимость акцентирования внимания на инновационной составляющей промышленного предприятия состоит в том, что его мотивация и поведение определяются экономическими закономерностями, характерными для рыночной экономики инновационного типа[4].

Как бы успешно ни функционировало предприятие, но если его руководство не нацелено на освоение новых технологий, позволяющих производить новые виды продукции более высокого качества и с наименьшими затратами, оно через определенный промежуток времени рискует стать неконкурентоспособным. В таких условиях ни одно предприятие не сможет сколько-нибудь долго существовать, не внося заметных усовершенствований в свою работу[5].

В связи с этим инновационная деятельность становится главным условием выживания предприятия в условиях рынка. Целенаправленное осуществление инновационной деятельности дает предприятию существенные преимущества по сравнению с конкурентами и увеличивает, в конечном счете, прибыльность его деятельности[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|

Цель управления инновационной деятельностью состоит в том, чтобы генерировать, инициировать, контролировать новые идеи, создавать условия для скорейшего вывода инновационной продукции на рынок[7].

Инновационная деятельность как бизнес-процесс состоит из следующих основных стадий: поиск инновационных идей; отбор наиболее перспективных идей; оценка жизнеспособности отобранных идей; разработка детального бизнес-плана инновационного проекта; оценка бизнес-плана; экспериментальное производство инновационного продукта; корректировка схемы производства; продвижение инновационного продукта; массовое производство инновационного продукта[8].

Инновационная деятельность носит альтернативный, многовариантный характер. Она может осуществляться не только на любой из перечисленных выше стадий (исследования - разработки - производство - распространение (использование на практике)), но и вне их, в процессе приобретения патентов, лицензий, раскрытия ноу-хау, полезных идей и т.д.[9].

Базой для развития инновационной деятельности промышленного предприятия являются подразделения предприятия, способствующие осуществлению различных видов инновационной деятельности, и совокупность характеристик предприятия, определяющих возможность предприятия к осуществлению деятельности по созданию и практическому использованию нововведений[10].

Принятие решений по любому направлению инновационной деятельности должно основываться не только на научной значимости полученных результатов исследований, но и с учетом имеющихся техно-

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

логических возможностей предприятия и возможности реализации инновационной продукции на рынке. Немаловажное значение при этом имеет эффективное функционирование сложившейся на предприятии системы управления инновационной деятельностью[11].

Величина инновационного потенциала предприятия является параметром, который позволяет предприятию оценить возможности инновационной деятельности и определить направление инновационного развития в стратегическом плане. Таким образом, осуществление тех или иных направлений инновационной деятельности на предприятии возможно при наличии у него достаточно инновационного потенциала[12].

Любое изменение в организации связано с выявлением проблем развития фирмы и формированием видения будущего организации, которые невозможны без оценки имеющегося потенциала[13].

Потенциал организации — это ресурсы всех видов, которые могут быть использованы для достижения целей предприятия[14].

Оценка потенциала осуществляется по всем сферам деятельности организации: производственной, научно-технической, маркетинговой, ресурсной, организационной и т. д. Для его оценки может использоваться методика SNW-анализа (выявление сильных, нейтральных и слабых сторон организации по всем видам и областям деятельности)[15].

Любые изменения, связанные с совершенствованием технико-технологического уровня производства, освоением производства принципиально новой продукции, изменением направления бизнеса осно-

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

ваны прежде всего на определении инновационной составляющей имеющегося потенциала. При этом следует различать: научно-технический потенциал; инновационный потенциал[16].

Если научно-технический потенциал характеризует способность организации к производству новых знаний и технических решений (изобретений, промышленных образцов, ноу-хау), то инновационный потенциал — степень готовности предприятия к реализации новшества (инновационного проекта), как «своего» (созданного своими силами в подразделениях НИОКР), так и «чужого» (приобретенного в виде патентов, лицензий на изобретения и ноу-хау и т. д.)[17].

Современный менеджмент должен быть менеджментом инновационного типа, т. е. обладать определенным инновационным потенциалом. Инновационный потенциал менеджмента — это способность и возможность видеть необходимость нововведений и изменений инновационного типа, проектировать нововведения и успешно реализовывать их в практике управления[18].

Разные фирмы обладают различным инновационным потенциалом. Он может быть высоким или низким. Низкий инновационный потенциал характеризует консерватизм управления, боязнь изменений, реформ, модернизации[19].

При высоком инновационном потенциале менеджмента в процессах управления поощряется инициатива организационных преобразований, ведется регулярная оценка эффективности управления, или мониторинг качества управления, функции исследования отдается явный приоритет, в коллективе царит атмосфера творчества, поиска, развития[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|

Наращивание инновационного потенциала является одной из важнейших тенденций развития современного менеджмента. Рост этого потенциала отражает реальные и объективные потребности современного управления[21].

Но почему так важен инновационный потенциал в современном менеджменте? В научно-технической и социально-экономической сферах наблюдаются тенденции ускорения развития, уплотнения времени, увеличения количества и разнообразия изменений, характеризующих условия функционирования фирмы. Управление должно поспевать за изменениями, реально происходящими в действительности. И фактором такого соответствия управления тем изменениям, которые происходят в экономической жизни, социальной обстановке, науке и технике, является инновационный потенциал управления[22].

Но инновационный потенциал — это возможность и способность к изменениям, которые еще надо реализовать. Инновационный потенциал может быть высоким в силу различных обстоятельств, иногда и стихийно действующих факторов, но реализация инновационного потенциала может быть различной[23].

В процессах инновационных преобразований возможно сопротивление персонала, которое часто объясняется сложившимися привычками деятельности, опасениями относительно новых условий работы, неопределенностью, неуверенностью в пользе и необходимости инноваций[24].

Инновации могут быть организационного, социального, экономического характера, могут быть в области технического оснащения деятельности и в области как 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|

производственной, так и информационных технологий[25].

Инновационный потенциал менеджмента - это не только склонность персонала и менеджера к инновациям, дух поиска и творчества, это и наличие необходимых для проведения инноваций ресурсов - инновационный фонд, который может быть предназначен для оплаты консультационных и экспертных услуг, закупки необходимого оборудования, разработки инновационных проектов, стимулирования персонала в процессах инновационных преобразований[26].

Способность фирмы к инновациям зависит от менеджмента. Инновационная фирма — это фирма, которая организована так, что изменения в ней становятся нормой. Общими характеристиками для инновационной фирмы являются следующие: убеждение в рациональности инноваций и понимание того, что это такое; инновационное поведение не эпизодического характера, а в виде динамики непрерывности; разработка инновационной стратегии и ее осуществление; наличие механизмов инновационного менеджмента — показатели, критерии оценок, мотивирование творчества; методология и организация менеджмента отличаются от традиционных[27].

Существует в практике соблазн усилить контроль для повышения эффективности управления. Контроль — это административная мотивация, достаточная информация, своевременность вмешательства в процессы, их регулирование. В организации инновационного менеджмента необходимо отказаться от традиционных посылок контроля. Здесь иной предмет контроля, а, следовательно, и его методы[28].

Инновационный потенциал менеджмента характеризует одну 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|

важнейших тенденций развития управления[29].

Управление организационными изменениями в инновационном менеджменте выполняет ряд взаимосвязанных функций. Во-первых, объективизирует идеальный проект (решение), построенный в умах научных работников и кадров управления. Представляет его в форме, доступной для восприятия и понимания другим людям. Во-вторых, предоставляет производству необходимые возможности для повышения его эффективности. В-третьих, соотносит эффективность производства с исходным замыслом и вносит в научный проект необходимые коррективы[30].

На практике также имеют место случаи, когда после принятия решения, особенно когда оно потребовало немалых усилий, у недостаточно опытного исследователя, будь он научным работником, руководителем или специалистом, зарождается иллюзорное чувство завершенности всего дела. В итоге из поля зрения выпадает основное звено - внедрение, и истинность решения (научных выводов) становится весьма спорной[31].

Проведение изменений в организации требует энергичных, целенаправленных и ответственных действий. Поэтому значительная роль во внедрении отводится руководителю организации. Как показывает практический опыт внедренческой работы, изменениям способствуют следующие факторы: постоянное внимание руководства организации к вопросам изменений и развития; отработка и применение целенаправленных и постоянных методов; постоянный процесс обратной связи и желание учиться; поощрение за развитие[32].

Управление работой по развитию требует от руководителя индивидуальной готовности разрешать конфликты, проводить

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

диагностику, воспринимать новые ценности, расширять свой кругозор[33].

Исследователи, занимающиеся проблемами изменений в организации, отмечают, что эффективность внедрения научных разработок в значительной степени зависит от готовности отдельных работников организации и трудового коллектива в целом к восприятию нововведений. При этом, исполнительская деятельность подчиненных становится воплощением развертываемого руководителем решения[34].

Отрицательное отношение работников к нововведению приобретает форму психологического барьера. Психологический барьер как форма проявления отдельных компонентов или всего социально-психологического климата в условиях инновационных изменений представляет собой совокупность действий, суждений, понятий, умозаключений, ожиданий и эмоциональных переживаний работников, в которых осознанно или неосознанно, скрыто или явно, преднамеренно или непреднамеренно выражаются социально-психологические состояния этих работников, вызванные нововведениями[35].

Несомненно, лучшее время для преодоления сопротивления инновациям – это период до их возникновения, т.е. их профилактика. В качестве одной из основных причин сопротивления переменам, многие исследователи указывают - страх изменений прежних социальных отношений, и в этом случае, руководству требуется настоящее понимание, существующей в организации системы социальных отношений, которые или сохранятся или изменятся как из-за самих перемен, так и из-за того, каким способом они осуществятся[36]. 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|

обычно означает ясное представление о том, что же такое неформальная организация и кто ее лидеры. Заверив более сильных неформальных лидеров, что предполагаемые нововведения не ухудшат их материального положения, или даже сообразовав процесс внедрения новшеств с настроениями неформальной организации, можно устранить сопротивление[37].

Каждый этап внедрения инноваций характеризуется специфическим набором проблем, новым вызовом ситуации. В каждой стадии на первый план выходят различные участники инновационного процесса: команда разработчиков, руководитель проекта, маркетинговый отдел, обучающий персонал, основной персонал предприятия[38]. Все эти участники характеризуются различными особенностями инновационной готовности, степенью ее сформированности, и, вследствие этого, различным восприятием изменений производства, эффективностью и стилем деятельности. Изучение этих особенностей, а также путей формирования инновационной готовности поможет преодолеть трудности внедрения нововведений на предприятиях и повысить эффективность производства[39].

Тема инноваций в последнее время становится все более актуальной в связи с ускорением темпа изобретений, появления и внедрения новых технологий. В таких условиях конкурентоспособным становится предприятие и бизнес, которые ориентированы на постоянное внедрение инноваций – совершенствование, переоборудование производства[40].

Таким образом, исследователи и руководитель организации должны ясно осознавать, что любое нововведение затрагивает

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

интересы, ценностные ориентации и установки людей, а также тех коллективов, в которых они трудятся. Поэтому на этапе создания готовности к изменениям важная роль должна отводиться информационной кампании[41].

В течение многих лет специалисты по инновационному менеджменту проанализировали все программы внедрения изменений, которые потерпели неудачу и обосновали необходимые условия успешного осуществления программ изменений[42].

Методика оценки инновационного потенциала основана на выделении инновационной составляющей во всех сферах деятельности организации, т. е. оценка проводится как непосредственно подразделений НИОКР, так и производственной сферы, маркетинга, финансовой деятельности и т. д. Выделяются следующие блоки оценочных показателей: продуктовый; функциональный; ресурсный; управленческий; организационный[43].

В качестве базовой оценки для промышленного предприятия выступает характеристика продуктового блока, позволяющая оценить научно-технический уровень выпускаемой продукции (услуг) на основе динамики следующих показателей: удельный вес продукции, находящейся на стадии выведения на рынок и стадии роста; удельный вес продукции, соответствующей мировым стандартам качества; удельный вес конкурентоспособной продукции; уровень обновления ассортимента продукции; удельный вес продукции, имеющей патентную защиту, и т.д.[44].

В целом данный блок должен показать, насколько организация «привыкла» к обновлениям и изменениям и носит ли эта деятельность целенаправленный и системный характер[45].

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 других блоков необходим в том случае, если появились какие-либо благоприятные возможности внешней среды (проводится конкурс проектов, грантов) или имеются симптомы негативных процессов, например, на протяжении ряда лет практически не происходит выпуска новой продукции или ее удельный вес крайне незначителен и т. д.[46].

Перечень показателей на практике может изменяться, дополняться в зависимости от целей оценки, наличия необходимой информации, вида организации (предприятие, научно-исследовательский институт, венчурная фирма и т.д.)[47].

В современных условиях перспективы развития любой экономической системы определяются на основе оценки особенностей ее инновационного потенциала[48].

Целью оценки инновационного потенциала является возможность определения направлений инновационного развития, обеспечивающих условия перехода промышленных предприятий на выпуск конкурентоспособной продукции, существенно повысив свою устойчивость и гибкость по отношению к переменам во внешней среде[49].

Часто необходимость оценки инновационного потенциала предприятия возникает тогда, когда перед руководством предприятия возникает проблема осуществления инновационного проекта, связанного с реализацией и внедрением определенного нововведения. Иначе говоря, инновационный потенциал организации оценивается относительно возможности осуществления конкретного проекта[50]. В этом случае цель оценки — определить готовность и способность организа-

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

ции к реализации инновации. Для непосредственной оценки инновационного потенциала для данной цели используется детальный подход к анализу внутренней среды предприятия[51].

Применение детального подхода позволяет предприятию оценить состояние собственной ресурсной базы для реализации нового проекта. При этом установление нормативных значений, соответствующих конкретному нововведению, ограничивает анализ возможностей для принятия других инновационных проектов. Кроме того, не понятно, что представляет собой нормативная модель, на основании которой базируется экспертная оценка, на основании каких показателей проводится оценка параметров отдельных блоков, что будет представлять собой интегральная оценка инновационного потенциала и в чем заключается ее целесообразность[52].

Для оценки инновационного потенциала системы может применяться диагностический подход. В данном случае в качестве системы может выступать как предприятие в целом, так и его подсистемы[53].

Оценку инновационной активности предприятий с целью выявления резервов реализации того или иного направления технологического развития автор предлагает проводить в виде расчета ряда коэффициентов и сравнения полученных значений с установленными базисными величинами[54].

Далее, в зависимости от текущего состояния предприятия и его достигнутых результатов в инновационной сфере, а также их сравнения с эталонными показателями осуществляется выбор либо внедрения принципиально новых продуктов и услуг, либо освоения улучшающих технологий[55].

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

Важной задачей, связанной с созданием эффективной системы управления инновационной деятельностью предприятия, является накопление определенного теоретического и практического опыта в области оценки инновационного потенциала предприятия. Со стороны предприятий повышается внимание к методам оценки инновационного потенциала, управления инновационным развитием в связи с чем, необходима разработка инструментария для принятия эффективных управленческих решений[56].

Как свидетельствует мировой опыт, в условиях современной экономики основанной на использовании достижений НТП, альтернативы инновационному пути развития просто нет. Создание, внедрение и широкое распространение новых продуктов, услуг, технологических процессов становятся ключевыми факторами роста объемов производства, занятости, инвестиций, внешнеторгового оборота[57]. Именно здесь кроются наиболее существенные резервы улучшения качества продукции, экономии трудовых и материальных затрат, роста производительности труда, совершенствования организации производства и повышения его эффективности. Все это, в конечном счете, предопределяет конкурентоспособность предприятий и выпускаемой ими продукции на внутреннем и мировом рынках, улучшение социально-экономической ситуации в стране[58].

Инновационная деятельность промышленного предприятия включает в себя исследования и разработки, приобретение технологий, производство продукции по патентам и патентным лицензиям, производственно-конструкторские работы, приобретение программных

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

средств, обучение и подготовку персонала, маркетинговые исследования, приобретение машин, оборудования, установок и прочих основных фондов, связанных с внедрением инноваций, и т.д.[59].

Инновационный спрос предприятия зависит от того, насколько актуальна решение тех или иных его проблем с помощью инноваций. Определение приоритетности проблем связано с их вкладом в укрепление факторов устойчивости предприятия с точки зрения получения конкурентных преимуществ при производстве или продаже товаров и услуг[60]. Цели инновационной деятельности инновационно-активных предприятий связаны с решением следующих типичных проблем: создание и обновление товара, в том числе замена снятой с производства устаревшей продукции, улучшение качества продукции услуг, расширение ассортимента продукции и видов услуг; сохранение традиционных и создание новых рынков сбыта; повышение кооперационных интеграционных возможностей, в том числе обеспечение соответствия продукции современным стандартам, повышение гибкости производства; сокращение издержек производства, включая сокращение материальных затрат, энергозатрат, затрат на заработную плату; снижение уровня загрязнения окружающей среды; улучшение условий труда[61].

Результаты инновационной деятельности могут влиять на устойчивость предприятия в двух аспектах. Во-первых, собственные и приобретенные инновации-продукты и инновации-процессы позволяют решить производственные, сбытовые, социальные, экономические проблемы, которые возникли у предприятия и затрудняют ему конкуренцию на различных рынках. В этом случае результатом инноваций счи-

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

таются организационные и экономические последствия их применения[62]. Во-вторых, результатами инноваций могут выступать созданные научными подразделениями инновационно-активных предприятий образцы новых продуктов, новые технологии, изобретения и т.д., которые могут быть товарами на рынке инноваций и соответственно продаваться другим организациям. В этом случае финансовый результат, характеризующий коммерческий успех продаж, также отождествляется с результатами инновационной деятельности[63].

Как уже упоминалось, инновационные процессы на предприятиях не системны, не взаимосвязаны в достижении общих стратегических целей, управление инновационными процессами осуществляется локально и поэтому не дает ощутимых результатов[64].

В крае совершенно не развита инновационная инфраструктура, предприятия не используют результаты исследований, проводимых внешними источниками, что зачастую приводит к субъективной оценке внешней среды, не позволяет учитывать потребности и отслеживать изменения в инновационной деятельности конкурентов, контрагентов и других субъектов рынка[65].

В предельно жестких условиях предприятия в меру имеющегося у них реального инновационного потенциала начинают переходить на выпуск тех изделий, которые имеют больший спрос, находить и осваивать на рынке новы ниши, уделять больше внимания снижению затрат на производство продукции и повышению ее качества[66].

Оценка инновационного потенциала представляет собой систематический анализ составляющих инновационного потенциала с целью сопоставления его действительного уровня в определенный момент с существующими представлениями об этом уровне. Уровень 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|

инновационного потенциала пребывает в постоянной динамике, которая может быть как позитивной, так и негативной[67].

Исходным моментом оценки инновационного потенциала является определение современных внутренних возможностей предприятия в инновационной сфере с использованием экономических критериев. В зависимости от степени текущей обеспеченности предприятия материально-техническими и финансовыми ресурсами, а также наличия опыта внедрения новых технологий в хозяйственный оборот в дальнейшем осуществляется планирование направления будущего инновационного развития[68]. Для реализации эффективного управления инновационной деятельностью необходима реальная оценка уровня инновационного потенциала предприятия на заданный момент времени и оценка его динамики в целях дальнейшего развития[69].

Инновационный потенциал определяется составом и уровнем развития его составляющих, их взаимосвязями и способностью работать как единая система реализации нововведений, поэтому для оценки инновационного потенциала необходимо вычленить его составляющие, измерить их, выявить взаимосвязь между ними и, таким образом, получить комплексную оценку инновационного потенциала предприятия[70].

Задача оценки инновационного потенциала заключается в том, чтобы достаточно надежно отразить влияние этих изменений на его уровень. Как уже отмечалось, сущность системы оценки инновационного потенциала заключается в создании предпосылок и условий эффективного управления развитием инновационной деятельности[71]. Одним из условий эффективного управления является создание адекватной управляемому объекту информационно-аналитической базы 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|

механизма ее функционирования, а также методических рекомендаций по принятию управленческих решений по развитию и воспроизводству инновационного потенциала[72].

Измерение такой сложной категории, как инновационный потенциал, с помощью одного какого-нибудь показателя, по нашему мнению, не представляется возможным, и может быть предложено большое число описывающих его параметров. Однако основной проблемой измерения инновационного потенциала является не только выбор и определение значений этих параметров, но и оценка результатов измерений, возможность их использования на практике[73].

Важным моментом в измерении инновационного потенциала является определение системы адекватных измеримых параметров для проведения оценки. Данная система показателей должна давать объективную оценку реального состояния инновационного потенциала исследуемого предприятия[74]. Кроме того, она должна учитывать отраслевые особенности протекания инновационных процессов, характеристики производственной системы, тип производства; также в системе должны быть показатели, отражающие наличие и качество основных стратегически важных для предприятия ресурсов, задействованных в инновационной деятельности, показатели, прямо или косвенно указывающие на результативность использования имеющихся ресурсов предприятия, задействованных в инновационной деятельности[75].

По каждому из показателей необходимо определить критериальное значение, которое позволяло бы судить о состоянии показателя и принимать конкретные управленческие решения в рамках управления инновационной деятельностью на предприятии, другими словами,

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

нужно параметры измерения преобразовать в параметры управления[76]. Критериальное значение как база сравнения и оценки является своего рода точкой отсчета, по отношению к которой можно оценить измеряемый процесс. С помощью обоснованных критериальных значений можно построить некоторую эталонную траекторию раскрытия и дальнейшего развития инновационного потенциала хозяйствующего субъекта. В качестве базы для сравнения могут быть использованы средние или пороговые значения показателей по отрасли, а также значения за предыдущий период, прогнозные значения, значения аналогичных показателей конкурентов[77].

Возникает вопрос о том, что же следует считать критерием научной обоснованности таких значений. На уровне предприятия таким критерием, видимо, можно считать эффективную работу предприятия в течение продолжительного периода времени и определенные достигнутые результаты, позволяющие отнести это предприятие к эталонному[78]. В качестве критериев для определения пороговых значений коэффициентов можно использовать данные статистического обследования инновационной деятельности ведущих предприятий промышленности России, результаты исследований отечественных ученых, а также опыт зарубежных компаний[79].

В предложенной системе показатели разбиты на группы в соответствии с выделенными составляющими инновационного потенциала, система показателей оценки инновационного потенциала основана на реально определяемых экономических показателях и направлена на исследование и анализ важнейших составляющих инновационного потенциала предприятия[80].

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

Действенным инструментом, способным оказать помощь в разработке и дальнейшей корректировке инновационной стратегии, является проведение постоянного технологического мониторинга состояния инновационного потенциала[81].

Систематическая оценка инновационного потенциала и отдельных его составляющих позволит отслеживать наметившиеся позитивные или негативные тенденции, что даст возможность корректировать направления инновационного развития и прогнозировать вероятность и характер результатов инновационной деятельности[82].

Решение задач информационного обеспечения тесно связано с разработкой стратегии инновационного развития, при разработке которой целесообразно предусмотреть использование справочно-аналитической базы, содержащей сведения о достижениях науки и техники, потребительских и конкурентных тенденциях на рынке, нормативно-правовые акты и законы[83].

Основными задачами информационной кампании в поддержку осуществляемым преобразованиям является предоставление всем работникам организации информации обо всех этапах процесса нововведения и проводимых мероприятиях, а также о правах, возможностях и перспективах работников[84].

При организации информационной кампании следует использовать следующие способы распространения информации: проведение информационно-консультационных встреч с заинтересованными работниками; распространение информационно-просветительских материалов и брошюр о сущности и характере новаций; создание информационных стендов; организация передвижных пунктов для работы в отдаленных населенных пунктах;

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 собраний трудового коллектива организации и подразделений; проведение индивидуальных бесед с работниками организации[85].

В случае, если работники организации готовы к реализации нововведения, согласны с необходимостью осуществления преобразовании высказали свое мнение о принятом решении, приступают к этому переходу.

Все решения в процессе внедрения должны быть застрахованы от «неполадок», особенно это касается предприятий с современными технологиями. Регулирование и наладка должны стать неотъемлемой частью этапа закрепления изменений в организации.

Информационное обеспечение инновационной деятельности остается в компетенции специалистов конструкторско-технологического отдела, однако расширяется круг задач таких специалистов. В соответствии с новыми целями деятельности предприятия, сбор и анализ нормативно-справочных баз данных осуществляется не только для нужд КТО, но и для других заинтересованных отделов. В задачи специалистов по информационному обеспечению входит также распределение полученных отчетных данных по функциональным отделам, сбор замечаний по качеству информации, обобщение и анализ полученной информации, отслеживание сведений о выставках и конференциях, установление связей с научно-информационными центрами, вузами и т.д. В результате соответствующие подразделения будут обеспечены необходимой информацией инновационного характера, а полученные от специалистов выводы будут использоваться при разработке инновационной стратегии ФПГ и ее дальнейшей корректировке.

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

Проведенное исследование показывает, что проблемы оценки инновационного потенциала промышленного предприятия и совершенствования системы управления инновационной деятельностью в условиях переориентации всей экономики на инновационный путь развития являются актуальными.

Библиографический список

1. Инновационный менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2018

2. Менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

3. Аналитический инструментарий стратегического менеджмента. Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

4. Машиностроительный комплекс РФ: отраслевые, региональные и стратегические аспекты развития. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Шленов Ю.В., Воробьёв Д.И., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Фёдоров Б.К., Шестов А.В. Курск, 2017

5. Управленческое консультирование: менеджмент-консалтинг. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Положенцева И.В., Лочан С.А., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Курск, 2017.

6. Менеджмент традиционные и современные модели. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Долгова В.Н., Дорофеев А.Ю., Женжебир В.Н., Кобиашвили Н.А., Князев В.В., Лочан С.А., Медведев

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.М., Минайченкова Е.И., Мухина Т.Н., Петросян Д.С., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Справочник / Москва, 2017

7. Филатов В.В. Методология формирования и регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы. Монография / Москва, 2016.

8. Методология управления экономической интеграцией и концентрацией на примере организации вертикально - интегрированного холдинга. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Диброва Ж.Н., Денисов М.А., Трифонов Р.Н., Медведев В.М., Фадеев А.С., Князев В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Галицкий Ю.А., Борисова Т.А., Подлесная Л.В., Шестов А.В. Курск, 2016.

9. Филатов В.В. Методологические модели формирования и регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы пищевой промышленности. Монография / Москва, 2016.

10. Методология ценообразования инновационных проектов и научно- исследовательских работ, выполняемых по госзаказу органов исполнительной власти. Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н., Дорофеев А.Ю., Денисов М.А., Маёрина Е.С., Положенцева И.В., Фадеев А.С. Коллективная монография / Москва, 2016.

11. Совершенствование стратегического управления предприятия на основе ситуационного анализа и сбалансированной системы показателей. Филатов В.В., Диброва Ж.Н., Медведев В.М., Женжебир В.Н., Князев В.В., Кобулов Б.А., Паластина И.П., Положенцева И.В., Кобиашвили Н.А., Фадеев А.С., Шестов А.В. Коллективная монография / Москва, 2015.

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

12. Управление хозяйственными связями предприятия с поставщиками и потребителями. Филатов В.В., Медведев В.М., Князев В.В., Фадеев А.С., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Кобулов Б.А., Колосова Г.М., Шестов А.В., Подлесная Л.В. Москва, 2015.

13. Научно-техническое развитие как инновационный фактор экономического роста. Ашалян Л.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Медведев В.М., Паластина И.П., Положенцева И.В., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Филатов В.В., Филатов А.В.Коллективная монография / Министерство образования и науки РФ, ФБГОУ ВПО "Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) (МАИ), Московский государственный технический университет им. Баумана. Москва, 2014.

14. Роль международных платежных систем в экономике России. Филатов В.В., Трифонов Р.Н., Положенцева И.В., Князев В.В., Кобулов Б.А., Шестов А.В. Коллективная монография. / Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. Москва, 2014.

15. Региональные аспекты управления ипотечными кредитными рынками в субъектах РФ и муниципальных образованиях. Филатов В.В., Князев В.В., Кобулов Б.А., Колосова Г.М., Шестов А.В. Москва, 2014.

16. Управление лицензионной деятельностью: вопросы теории и практики. Ашалян Л.Н., Дадугин М.В., Диброва Ж.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Пшава Т.С., Филатов В.В., Филатов А.В. Москва, 2013.

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. Филатов В.В., Шестов А.В. Современные тенденции развития отраслей легкой промышленности: региональный, стратегический, инновационный аспект. Москва, 2013.

18. Филатов В.В. Концептуальные вопросы активизации инновационной деятельности в Российской Федерации. Москва, 2013.

19. Проблемы фирмирования инновационной экономики. Баранников А.А., Бузу О.В., Гусар С.А., Дорофеев А.Ю., Михайлушкин П.В., Ноздрин В.В., Сафаргалиев М.Ф., Соколов С.Н., Филатов В.В., Чабанюк О.В., Черкасов М.Н., Чернов С.С. Под общей редакцией С.С. Чернова. Новосибирск, 2012.

20. Филатов В.В. Управление инновационными рисками. Учебно-методический комплекс дисциплины. Направление подготовки магистров: 080200.68 – "Общий и стратегический менеджмент" / Курск, 2012.

21. Инновационный менеджмент. Филатов В.В., Кобулов Б.А., Положенцева И.В. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2011.

22. Филатов В.В. Управление государственной инновационной политикой РФ с учетом влияния глобализации на структурную экономику России на современном этапе. Монография; М-во образования и науки РФ, ФБГОУ ВПО "Московский гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского", Ин-т "Менеджмента", Каф. "Менеджмента". Москва, 2011.

23. Филатов В.В. Региональные аспекты управления инновационной деятельностью хозяйствующих субъектов СНГ в условиях экономической нестабильности. Монография; М-во образования и науки РФ, ГОУ

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

ВПО "Московский гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского", Ин-т "Экономики и бизнеса", Каф. "Менеджмента". Москва, 2010.

24. Государственное и муниципальное управление. Филатов В.В., Долгова В.Н., Деева В.А., Князев В.В., Бачурин А.П., Медведева Т.Ю., Паластина И.П., Положенцева И.В., Женжебир В.Н. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2010.

25. Филатов В.В. Управление венчурным капиталом, инновационным предпринимательством и трансфером инновационных технологий в региональных экономических системах РФ. Монография; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Московский гос. ун-т технологий и упр. (МГУТУ), Ин-т "Экономика, бизнеса и права", Каф. "менеджмента". Москва, 2009.

26. Филатов В.В. Управление инновационной деятельностью хозяйствующих субъектов РФ, инновационными инфраструктурами и экономическим развитием региональных систем. Монография; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Московский гос. ун-т технологий и упр. (МГУТУ), Ин-т "Экономики, бизнеса и права", Каф. "Менеджмента". Москва, 2008.

27. Теоретические основы проектирования систем менеджмента производственных предприятий в условиях экономической нестабильности. Филатов В.В., Дорофеев А.Ю., Деева В.А., Князев В.В., Кобулов Б.А., Кобиашвили Н.А., Мухина Т.Н., Паластина И.П., Руденко О.Е., Осинская Т.В. Москва, 2008.

28. Российский торгово-экономический словарь. Агентова Г.В., Азарова В.В., Башина О.Э., Безряднова А.С., Булатецкий Ю.Е., Бурмистров В.Г., Вавилова Е.В., Васенева К.Г., Василевская Л.Ю., Ганцов Ш.К., Горина Г.А., Городецкая М.И., Дмитриева И.М., Женжебир В.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|

Жучков С.В., Зинчук Э.А., Калугина С.А., Карпенко Е.З., Карпова Е.В., Карпова Г.И. и др. Москва, 2005.

29. Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н. Оценка эффективности основных видов НИР. В сборнике: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции : в 3 ч.. 2017. С. 14-19.

30. Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н. Влияние корпоративной стратегии на уровень конкурентоспособности компании. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития экономики в условиях модернизации. Сборник статей по итогам Международной научно - практической конференции. 2017. С. 26-30.

31. Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н. Внешние факторы, влияющие на эффективность инновационной деятельности. В сборнике: Наука, образование и инновации. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции : в 3 ч.. 2017. С. 90-94.

32. Женжебир В.Н. Механизмы и функции рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.40-74

33. Пшава Т.С. Регулирование потребительского рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.75-107

34. Фадеев А.С. Роль рынка отраслевых инноваций в развитии малого предпринимательства. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц.

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

фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.113-142

35. Филатов В.В. Организационно- экономические механизмы формирования портфеля инноваций и стратегии развития производства. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.143-177

36. Женжебир В.Н. Управление лицензионной деятельностью инновационных предприятий. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.21-57

37. Пшава Т.С. Методы и особенности прогнозирования рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.114-149

38. Фадеев А.С. Управление инновационной деятельностью промышленных предприятий. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.150-185

39. Филатов В.В. Организационно- экономические механизмы инновационного предпринимательства. X Сб. науч. тр. по мат. III междунар.

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

междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.186-221

40. Женжебир В.Н. Рыночные направления развития машиностроительного комплекса. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.5-39

41. Пшава Т.С. Факторы, определяющие отраслевое развитие машиностроительного комплекса. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.40-74

42. Фадеев А.С. Государственное регулирование экономического роста в промышленности. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.75-109

43. Филатов В.В. Влияние экономического кризиса на машиностроение легкой и пищевой промышленности. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.110-141

44. Воробьев Д.И. Регулирование и автоматизация инновационных проектов в условиях кризиса. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. науч. практ. конф. «Экономическое регулирование и финансы: современные направления развития», Казань: НОО «Профессиональная наука», 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|

45. Женжебир В.Н. Экономическое регулирование и оценка рисков инновационных проектов. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. науч. практ. конф. «Экономическое регулирование и финансы: современные направления развития», Казань: НОО «Профессиональная наука», 2017

46. Пшава Т.С. Экономическое регулирование жизненного цикла инновационных проектов и товаров. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. науч. практ. конф. «Экономическое регулирование и финансы: современные направления развития», Казань: НОО «Профессиональная наука», 2017

47. Фадеев А.С. Современная промышленная политика и экономическое регулирование отраслей машиностроения. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. науч. практ. конф. «Экономическое регулирование и финансы: современные направления развития», Казань: НОО «Профессиональная наука», 2017

48. Филатов В.В. Инжиниринг, реинжиниринг и приемы экономического регулирования в инновационном менеджменте. I междунар. науч. практ. конф. «Экономическое регулирование и финансы: современные направления развития», Казань: НОО «Профессиональная наука», 2017

49. Женжебир В.Н. Факторы устойчивого экономического развития промышленности. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. науч. практ. конф. «Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития», Санкт-Петербург: НОО «Профессиональная наука», 2017

50. Фадеев А.С. Экономические проблемы развития промышленности. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. науч. практ. конф. «Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы 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|

векторы развития», Санкт-Петербург: НОО «Профессиональная наука», 2017

51. Филатов В.В. Особенности регулирования экономики АПК. I междунар. науч. практ. конф. «Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития», Санкт-Петербург: НОО «Профессиональная наука», 2017

52. Рукина И.М. , Филатов В.В. Роль инновационного управления в развитии экономики знания// Качество. Инновации. Образование, 2013, № 1.

53. Рукина И.М., Филатов В.В. Роль интеллектуальной собственности и нематериальных активов в управлении инновационной экономикой на современном этапе. //Качество. Инновации. Образование, 2012, № 10.

54. Рукина И.М., Филатов В.В. Центры технологического девелопмента - ключевой фактор модернизации и дальнейшего развития экономики России на ближайшую перспективу. //Качество. Инновации. Образование, 2013, № 5.

55. Рукина И.М. Филатов В.В. Роль инновационного управления в развитии экономики знания. //Качество. Инновации. Образование, 2013, № 1.

56. Рукина И.М., Филатов В.В. Интеллектуальный капитал как инновационный ресурс экономики знаний.//Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012, № 12.

57. Рукина И.М., Филатов В.В. Интеллектуальный капитал как инновационный ресурс экономики знаний. //Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012, № 18.

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

58. Рукина И.М., Филатов В.В. Роль инновационного управления в развитии экономики знания. //Качество. Инновации. Образование. 2012. № 12.

59. Рукина И.М., Филатов В.В. Управление оценкой интеллектуальной собственности в инновационной экономике. // Право интеллектуальной собственности. 2012, № 12.

60. Филатов В.В. Риск- факторы, препятствующие формированию и регулированию рынка инноваций пищевой промышленности ЦФО. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 3. С. 75-78.

61. Филатов В.В. Механизм взаимодействия участников рынка инноваций пищевой промышленности на основе технологических платформ. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. Т. 4. С. 57-62.

62. Филатов В.В., Симонова В.А. Предпосылки повышения инновационного потенциала участников основных продуктовых групп пищевой промышленности ЦФО. Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 5 (36). С. 64.

63. Филатов В.В. Модель взаимосвязи сфер влияния производственного инжиниринга, производственного менеджмента, риск- инжиниринга и риск- менеджмента на рынках инноваций отраслевых экономических систем. Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2016. № 4 (14). С. 156-161.

64. Филатов В.В. Модель управления рынком инноваций отраслевой экономической системы. В сборнике: Россия: тенденции и перспективы развития Ежегодник. ИНИОН РАН. Москва, 2015. С. 175-180.

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

65. Филатов В.В. Модель мониторинга эффективности формирования и регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы и ее инфраструктуры. Управление инновациями: теория, методология, практика. 2015. № 13. С. 70-85.

66. Филатов В.В. Методологические положения по формированию и регулированию рынка инноваций отраслевой экономической системы на примере пищевой промышленности России. Проблемы развития современной экономики. 2015. № 6. С. 34-59.

67. Филатов В.В. Методологические предпосылки по развитию рынка инноваций отраслевой экономической системы на примере пищевой и перерабатывающей промышленности. Инновационные технологии в науке и образовании. 2015. № 2 (2). С. 277-286.

68. Филатов В.В., Воронина М.В. Анализ современных тенденций, способствующих реализации инновационной модели развития АПК. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2014. № 1. С. 67-73.

69. Филатов В.В., Карасев М.В. Исследований роли инноваций в развитии социально-экономических систем. В сборнике: Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2012. С. 157-161.

70. Филатов В.В. Актуальные вопросы управления трансфером инновационных технологий в реальных отраслях экономики. Экономика строительства. 2012. № 6 (18). С. 15-24.

71. Филатов В.В., Дорофеев А.Ю. Инфраструктурные аспекты развития венчурного бизнеса в регионах РФ. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012. № 16. С. 78-86.

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

72. Филатов В.В., Дорофеев А.Ю. Оценка развития инвестиционной привлекательности регионов через развитие инновационного потенциала. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012. № 18. С. 45-51.

73. Филатов В.В. Формирование экономики знаний в глобальной инновационной сфере на базе научно-исследовательских сетей. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012. № 9-1. С. 208-219.

74. Филатов В.В., Кузьмина А.О. Государственная поддержка венчурного предпринимательства. Инновации в науке. 2012. № 10-2. С. 76-80.

75. Филатов В.В., Карасев М.В. Государственное регулирование инновационной деятельности в России. Государственное и муниципальное управление в XXI веке: теория, методология, практика. 2012. № 4. С. 29-34.

76. Филатов В.В., Кузьмина А.О. Актуальные проблемы экономической и социальной оценки инноваций. Научные итоги года: достижения, проекты, гипотезы. 2012. № 2. С. 146-152.

77. Филатов В.В., Карасев М.В. Производственные критерии оценки инновационного проекта в современных условиях. Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2012. № 1. С. 208-212. 0

78. Филатов В.В., Карасев М.В. Эффективное управление инновационной деятельностью в условиях глобализации. Управление инновациями: теория, методология, практика. 2012. № 2. С. 90-95.

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

79. Филатов В.В. Анализ развития венчурного бизнеса в России. Управление инновациями: теория, методология, практика. 2012. № 3. С. 59-63.

80. Филатов В.В., Кузьмина А.О. Инновационная деятельность в регионах, в отраслях экономики и организациях. Стратегия устойчивого развития регионов России. 2012. № 10. С. 91-96.

81. Филатов В.В., Кузьмина А.О. Изучение сценариев инновационного развития РФ на ближайшую перспективу. Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2012. № 5. С. 46-52.

82. Филатов В.В., Карасев М.В. Методологические подходы к оценке инновационного потенциала промышленного предприятия. Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2012. № 6. С. 68-72.

83. Филатов В.В., Карасев М.В. Особенности прогнозирования инновационного рынка в современных условиях. Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. 2012. № 15. С. 96-103.

84. Филатов В.В., Карасев М.В. Анализ взаимосвязи теорий инновационного развития с современными концепциями социально-организационных изменений. Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. 2012. № 16. С. 96-100.

85. Филатов В.В., Карасев М.В. Роль инноваций в развитии мирового сообщества. Наука и современность. 2012. № 17. С. 304-312.

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 332.146.2

Фадеев А.С. Экономические проблемы развития промышленности

State regulation of economic growth in the industry

Фадеев Александр Сергеевич,
Доктор технических наук, профессор
Московского Государственного Технического Университета им. Баумана»
Fadeev Alexander Sergeevich,
Doctor of technical Sciences, Professor
Moscow State Technical University named after Bauman"

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы государственного регулирования экономического роста в промышленности. Показано, что ведущее значение в системе государственного регулирования экономики связано с ключевой ролью научно-технического прогресса в обеспечении современного экономического роста. Выбор и реализация приоритетов технико-экономического развития предваряют политику развития экономики на основе современных технологий.

Ключевые слова: организация, механизмы, функции, рынок, машиностроительный комплекс, производство, машины, оборудование.

Abstract. The paper considers the issues of state regulation of economic growth in the industry. It is shown that the leading role in the system of state regulation of the economy due to the key role of scientific and technical progress in the provision of modern economic growth. The choice and implementation of priorities for economic and technological development introduce a policy of economic development based on modern technologies.

Keywords: organization, mechanisms, functions, market, machine building, manufacturing, machinery, equipment.

В предкризисные годы экономика России имела достаточно устойчивую положительную динамику. Причем за восемь предкризисных лет рост ВВП составил 68%, а промышленное производство и размер инвестиций увеличились соответственно на 73 и 123%. Тем самым экономика страны достигла или приблизилась к показателям 1990 г., то есть к результатам семнадцатилетней давности. Но и сейчас, если

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

объем ВВП превысил уровень 1990 г., то объем промышленного производства составил лишь 82,4%, продукции сельского хозяйства – 85,5%, инвестиций в основной капитал – 66,7%, реальных доходов населения – 82,1%[1].

В результате отставание от промышленно развитых стран существенно увеличилось. Не случайно поэтому Россия находится лишь на 67-м месте по развитию человеческого потенциала, делит 114–115-е места по индексу продолжительности жизни, 30–33 места по индексу образования, находится на 76-м месте по объему ВВП на душу населения. Все это предопределяет то, что в стране недостаточны расходы на здравоохранение, образование, НИОКР и другие сферы, определяющие уровень развития человеческого потенциала и социально-экономических показателей [2].

Ныне экономический рост в России обеспечивается в основном в сырьевых отраслях. В 2007 г. он составил 6,2%, в том числе в промышленности – 5,6%, а в сельском хозяйстве – 3,1%. При этом резко проявилась сырьевая модель развития экономики. Так, за годы реформ выручка России за экспорт нефти выросла в четыре раза, в том числе за счет роста ее экспорта (в 1,9 раза) и повышения уровня цен (в 2,4 раза)[3].

В решающей степени определяет развитие промышленности динамика машиностроительного комплекса. Он призван обеспечивать современным высокотехнологичным оборудованием, машинами и приборами промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство и другие отрасли, а также удовлетворять потребности населения, предприятий оборонно-промышленного комплекса[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|

Машиностроительный комплекс занимает второе место по удельному весу в валовой продукции промышленности (около 20% в 2007 г. против 21,9% в 1991 г.), первое место в численности промышленного персонала (35% в 2007 г. против 45% в 1991 г.) и играет большую роль в организации производительных сил. В 2007 г. в этот комплекс входило 43,4 тыс. организаций, среднегодовая численность работников которых сократилась с 4,0 млн. в 2003 г. до 3,2 млн. человек в 2007 г., то есть на 0,8 млн. человек, или на 21%. Объем отгруженной продукции данных отраслей комплекса составил 1,24 трлн. руб., а прибыль увеличилась с 40,6 млрд. в 2003 г. до 103,6 млрд. руб. то есть в 1,5 раза[5].

Анализ показывает, что наиболее острая проблема экономики России – упадок производства продукции машиностроения. Так в 2007 г. по сравнению с 1990 г. производство металлорежущих станков упало в 14,5 раз, тракторов на колесном ходу – в 14,3 раза, тракторов на гусеничном ходу – в 23,3 раза, электровозов – в 10,7 раз, грузовых автомобилей – в 2,6 раз. По оценкам, объем выпуска машин и оборудования после восьми лет положительной динамики составил 47%, а транспортных средств и оборудования – 55% к уровню 1990 г. А между тем степень износа основных фондов возросла с 42.2% в 1990 г. до 46,3% на начало 2007 г. Причем наиболее изношенные фонды оказались в наиболее рентабельной сфере – добыче полезных ископаемых – 53,3%.[6]

Степень обновления основных фондов за последние годы в промышленности не превышал 2%. Это означает, что при таких темпах полное обновление произойдет только через 50 лет. Если в течение последних советских лет доля машин и оборудования в общем объеме

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

экспорта составляла 15–20%, то сегодня она не превышает 6–8%. Ослабевают перспективы перехода к инновационному пути развития: инновации внутри страны становится некому потреблять. Так по данным Госкомстата инновационно активными являются не более 6% всех промышленных предприятий России, в то время как в США их число составляет не менее 1/3 всех предприятий промышленности[7].

Важнейшей проблемой, стоящей перед машиностроением России является повышение доли наукоемких и прогрессивных производств (приборостроения, электронной, авиакосмической промышленности, нанотехнологий и др.), полного использования производственных мощностей. В настоящее время среднегодовой уровень использования производственной мощности в производстве тракторов составляет 10%, металлорежущих станков – 13%, турбин паровых – 26%, турбин газовых – 40%, кузнечнопрессовых машин – 30%, электромашин крупных – 41%, грузовых автомобилей – 48%, легковых автомобилей – 68%[8].

В настоящее время машиностроительные заводы России имеют в общей сложности 2,5 млн. станков, из которых 2/3 требуют капитального ремонта, модернизации или полной замены. По оценке экспертов, для обновления станочного парка необходимы инвестиции в объеме около 9 млрд. долл. [9].

Особое значение для функционирования промышленности имеет стратегия развития энергетики, объединяющая все процессы производства, передачи, трансформации и потребления электроэнергии. Вместе с машиностроением и химической промышленностью она способствует ускорению НТП в народном хозяйстве. Электроэнергетика оказывает большое влияние на развитие и размещение производительных

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

сил. По данным Госкомстата, в 2007 г. Число действующих организаций по производству и распределению электроэнергии, газа и воды составило 44,4 тысячи, а объем отгруженной продукции – 2146 млрд. руб. Среднегодовая численность в данных отраслях достигла почти 1,8 млн. человек. Прибыль организаций отрасли увеличилась с 55,1 млрд. в 2003 г. до 142,6 млрд. руб. в 2007 г., то есть на 87,5 млрд. руб., или в 2,5 раза; уровень рентабельности за этот период уменьшился с 6,4 до 5,2%[10].

В настоящее время электроэнергетические мощности России составляют 213 ГВт, что соответствует 7% общемирового уровня. Из совокупного объема электроэнергетических мощностей России 70% приходится на теплоэлектростанции (ТЭС), 20% – на гидростанции (ГЭС) и 10% – на атомные электростанции (АЭС). За период реформ удельный вес России в мировом производстве электроэнергии за этот период уменьшился с 8,2 до 7,4%. Главными причинами сокращения выработки электроэнергии явилось уменьшение спроса со стороны потребителей и износ установленного оборудования. По оценкам специалистов, ныне около 40% электростанций в России имеют устаревшее оборудование, а 15% станций отнесены категории «не безопасные для эксплуатации» [11].

К основным недостаткам тепловых электростанций относится высокая себестоимость производимой электроэнергии и большой расход воды. Удельный расход условного топлива на один отпущенный киловатт-час электроэнергии увеличился с 312 г. в 1990 г. до 333 г. в 2007 г. Экологическое воздействие их на окружающую среду очень ве-

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

лико, так как они выбрасывают в атмосферу в больших объемах загрязняющие вещества (соединения серы, твердые частицы, оксиды и диоксиды водорода, азота)[12].

Более эффективными являются ГЭС и АЭС, поэтому они в дальнейшем будут развиваться более быстрыми темпами. Следует при этом отметить, что в России слабо используются альтернативные источники энергии – ресурсы горячих термальных вод, солнечной и ветровой энергии, не проводится достаточной работы по повышению эффективности использования электроэнергии[13].

Пока государство практически никак не поощряет деятельность по эффективному использованию энергии, хотя мировая практика, равно как и российский опыт, доказала, что электроснабжение обходится дешевле, чем строительство и ввод в эксплуатацию новых энергетических мощностей[14].

Огромную роль в народном хозяйстве играет химический комплекс. В 1990-х гг. XX в. химическая и нефтехимическая отрасли промышленности оказались в числе отраслей, которые наиболее остро (по сравнению с другими базовыми отраслями промышленности) ощутили негативное влияние экономического кризиса. За анализируемый период производство химических волокон упало на 77,1%, химических средств защиты растений – на 86,4%, объем производства кальцинированной соды – на 43,5%[15].

Большим потенциалом обладает лесопромышленный комплекс. Лесопромышленный комплекс (ЛПК) России включает предприятия лесной, лесоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной отраслей промышленности. Он работает на переработке древесины по объему

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

которой (82 млрд. м³) наша страна занимает первое место в мире. Однако эти конкурентные преимущества комплекс использует пока слабо[16].

По данным Госкомстата России, численность организаций этого комплекса в начале 2007 г. превысила 40,1 тысяч, а объем отгруженной продукции 554 млрд. руб. Среднегодовая численность данных отраслей продолжает снижаться (в 2007 г. – 702 тыс. чел.). Прибыль организаций издательской и полиграфической деятельности увеличилась с 14,2 млрд. в 2003 г. до 27 млрд. в 2007 г., то есть в 1,9 раза. Уровень рентабельности продукции за этот период колебался в пределах 5,6–12,2%. Удельный вес данных отраслей в объеме отгруженной продукции, обрабатывающей промышленности России достиг лишь 5,1%.[17]

В 2007 г. вывозка древесины в России составила 115 млн. против 304 млн. м³ в 1990 г., то есть уменьшилась в 2,7 раза. Кроме того, не достигло уровня 1990 г. производство древесноволокнистых плит, целлюлозы, бумаги, обоев. Если на долю России приходится 22% лесопокрытой площади мира, то ее удельный вес в мировом экспорте лесобумажной продукции составляет лишь 2,3% против 7,6% Финляндии, 12,5% – США и 18,8% – Канады. В лесном комплексе России более 60% составляют товары низкой переработки (круглый лес и пиломатериалы), тогда как у ведущих лесных стран мира свыше 60% приходится на целлюлозу и бумагу. По оценке экспертов, при рациональном лесопользовании экспорт продукции лесного комплекса мог бы составить не менее 30 млрд. долл. в год[18].

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, потенциал промышленности Росси используется не полностью. Ясно одно - необходима модернизация отрасли на основе всемерного использования достижений научно-технического прогресса[19].

Россия пока занимает скромное место в мировой экономике по показателям применения технологий V технологического уклада. Доля России в объеме мирового рынка высоких технологий составляет, по различным оценкам, от 0,3 до 0,5%, а доля в мировом экспорте наукоемкой продукции – 0,13%. Для сравнения: аналогичные показатели инновационных лидеров США, Японии, ЕС составляют соответственно 39, 30 и 18% рынка высоких технологий и 24, 13 и 15% экспорта наукоемкой продукции[20].

Следует также отметить, что расходы на исследования и разработки в России не соответствуют уровню развитых стран и не способны активизировать инновационные процессы[21].

Тем не менее, Россия обладает рядом конкурентных преимуществ, способных значительно снизить технологическое отставание. Страна располагает развитым научно-техническим потенциалом (в России проживает и трудится 12% всех ученых мира), современными технологиями в отдельных областях промышленности, фундаментальным высшим образованием, богатыми природными ресурсами, значительными валютными резервами, огромной территорией (13% мировой суши), емким внутренним рынком и т.д.[22].

Структурная перестройка экономики страны, переход от добычи сырьевых товаров к производству наукоемкой и высокотехнологичной продукции тесно связаны с необходимостью сокращения технологического отставания России от наиболее развитых стран путем перехода

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 инновационный путь развития. Обеспечение конкурентоспособности национальной экономики страны должно стать главной задачей государства и реализовываться на основе государственной стратегической комплексной программы[23].

Для нормального функционирования российской промышленности и экономики страны в целом нужна стратегия экономической безопасности, причем как на краткосрочный, так и на долгосрочный период. Некоторые экономисты утверждают, что в настоящее время главное – выживание экономики, затем ее стабилизация и только в перспективе – развитие. С этим утверждением нельзя согласиться, в его основе лежит представление о «могучей руке рынка». В основе государственной стратегии экономической безопасности прежде всего необходимо учитывать национальные интересы. Целью экономической стратегии в России является экономический рост, обеспечивающий производство необходимых средств производства и предметов потребления высокого качества[24].

В машиностроении специального назначения по результатам 2014 года отмечен наихудший итог среди всего машиностроительного комплекса. Несмотря на фактор низкой базы, снижение производства при сравнении с прошедшим годом составил более 15%, а при сравнении с 2008 годом — 72%. Такой итог определен первоначально уменьшением инвестиционного спроса со стороны добывающих предприятий в РФ[25].

В частности, производство буровых установок для эксплуатационного и значительного разведочного бурения за девять месяцев уменьшилось более чем на 41%. Такая динамика кажется полностью логичной, учитывая, что в январе-августе 2014 года общий объем бурения

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

уменьшился к уровню января-августа прошедшего года на 0.1% (эксплуатационного — на 0.1%, разведочного — на 0.3%)[26].

Кроме того, наблюдается снижение и в производстве металлургического оборудования. В частности, это касается сталеплавильного оборудования и литейного оборудования. Снижение ценовой динамики на мировом рынке металлов привело к уменьшению инвестиционной динамичности компаний металлургической отрасли[27].

Из всех видов выпускаемой в под отрасли изделий рост производства по результатам января-сентября 2014 года отмечается только в производстве оборудования для переработки мяса. Производство бытовой техники демонстрировало отрицательную динамику на протяжении практически всех прошедших месяцев 2014 года. По результатам января-сентября снижение составил 10.4% при сравнении с аналогичным периодом 2013 года[28].

Производство одного из ключевых видов изделий — холодильников — уменьшилось при сравнении с январем–сентябрем прошедшего года практически на 10%, а стиральных машин — более чем на 4%. Впрочем, уже в конце III квартала динамика производства стиральных машин стала улучшаться. В сентябре объем их выпуска достиг 395 тыс. шт. Если сравнивать с январем–сентябрем 2008 года, то по отношению к нему объем производства в под отрасли в январе–сентябре текущего года уменьшился на 7.4%[29].

Производство легковых автомобилей в нашей стране за десять месяцев 2014 года уменьшилось на 8.2% при сравнении с аналогичным периодом прошедшего года — до 1.4 млн. шт. В октябре производство упало на 23.9% при сравнении с октябрем 2013 года, но выросло на 4.6% при сравнении с сентябрем 2014 года[30].

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

Продажи легковых автомобилей на внутреннем рынке с начала года сокращались даже быстрее, чем их производство. Согласно данным комитета автопроизводителей Ассоциации европейского предпринимательской деятельности (АЕБ), в январе-октябре 2014 года в нашей стране было реализовано 1.99 млн. автомобилей, что на 12.7% меньше, чем за аналогичный период прошедшего года[31].

Впрочем, стоит отметить, что темпы снижения постепенно замедляются. В октябре 2014 года объём продаж новых автомобилей уменьшился при сравнении с аналогичным периодом прошедшего года на 9.9%, до 211.4 тыс. шт. Напомним, что в сентябре уменьшение объёма продаж составляло 20.1%, в августе — 25.8%. При этом при сравнении с сентябрем 2014 года продажи выросли на 7.1%.[32].

Динамичность по слияниям и поглощениям в машиностроении остается стабильной. По данным статистики Информационного агентства AK&M, общая сумма сделок за январь-сентябрь 2014 года выросла в годовом сравнении на 4.5% при сравнении с тем же периодом 2013 года. Но объем сделок уменьшилось на 8%[33].

В текущем году в отрасли очень большая часть сделок иностранных инвесторов с отечественными активами: она достигла 78% общего объема сделок, прежде всего за счет покупки альянсом Renault-Nissan контрольного пакета ОАО «АвтоВАЗ» за $742 млн. Кроме того, производства в нашей стране купили Schneider Electric, CNH Global, Alstom Grid и Icahn Enterprises[34].

При сравнении с промышленностью в общем, машиностроительная отрасль и металлообработка характеризуются более значительными объемами компаний (средний размер компании в отраслях со-

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

ставляет по количеству работающих около 1700 человек, при сравнении с менее чем 850 по промышленной сфере в общем), большей фондоёмкостью, капиталоёмкостью и трудоёмкостью изделий. Сложные изделия машиностроения требуют различной по профессиям и квалифицированной рабочей силы[35].

Среди всех отраслей промышленной сферы машиностроительная отрасль занимает первое место по части в валовых товаров и промышленно-производственном персонале, второе место (после топливно-энергетической машиностроительной отрасли) по части в промышленно-производственных фондах, а также в структуре экспорта[36].

Современная отечественная промышленность, продолжает тяготеть в сторону добывающего сектора экономики, который в течение последних 4 отчетных лет увеличил свои масштабы на 36,20% против 25,58% со стороны обрабатывающих отраслей и на общем фоне прироста объемов отгруженной промышленными компаниями изделий на 31,39%. В данном аспекте наиболее информативным, на наш взгляд, является тот факт, что за последние 20 лет часть машиностроения в структуре российского промышленного выпуска уменьшилась с 22,90% до 12,93%, а та же характеристика топливной промышленной сфере напротив увеличилась с 12,30% в 1990 г. до 31,84% в 2010 г. и до 34,74% по итогам января-июня 2011 г.[37].

В последнее время многое сделано по подъему металлургической отрасли. Практически завершился процесс формирования эффективных управленческих команд. На Запсиб, КМК, Новокузнецкий алюминиевый и Кузнецкий ферросплавный заводы пришли новые собственники, высококвалифицированные менеджеры. Они стали активно заниматься реконструкцией и модернизацией производства, своевременно

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

рассчитываться с налогами, решать важнейшие социальные вопросы, повышать заработную плату трудящимся[38].

За последние три года металлурги области резко увеличили загрузку производственных мощностей и сегодня практически вышли на докризиный уровень производства стали и проката. Объем производства за этот период увеличился на 35%, в отрасли дополнительно было создано около 5 тысяч новых рабочих мест[39].

Главным достижением последнего времени стал вывод из банкротства гиганта черной металлургии - ОАО "Западно-Сибирский металлургический комбинат". За последние три года объем производства основных видов продукции здесь увеличился более чем вдвое. Большая работа проведена по техническому перевооружению и реконструкции производства. Только в прошлом году на ремонты и техническое перевооружение здесь было направлено около 1 миллиарда рублей[40].

Сегодня Западно-Сибирский металлургический комбинат после выхода в конце прошлого года на мировое соглашение с кредиторами работает уверенно и стабильно. На комбинате активно ведется выполнение долгосрочной Программы глубокой реконструкции основного производства, которая рассчитана на период до 2010 года (необходимый объем инвестиций порядка 860 млн. долларов инвестиций)[41].

Основной задачей на первом этапе реконструкции является перевод сталеплавильного производства в первом и втором конвертерных цехах на стопроцентную непрерывную разливку. Это позволит существенно снизить потери металла, а также выпускать экономичную заготовку. В дальнейшем планируется провести реконструкцию прокатного производства[42].

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 этой программы в 2002 году на ОАО "Западно-Сибирский металлургический комбинат" осуществлен монтаж новой четырехручьевой трубной МНЛЗ в конвертерном цехе № 2. Новое оборудование фирмы "Даниэли" позволило перестроить машину непрерывного литья заготовок на производство пользующейся спросом квадратной заготовки. Этот комплекс имеет производительность более 1,5 млн. тонн стальной заготовки. Общие затраты на реконструкцию составили более 250 млн. рублей[43].

Сегодня Запсиб по праву занимает достойное место среди самых мощных металлургических компаний в мире. На его долю приходится около 70% производства арматурной проволоки в России. Высокое качество его продукции подтверждено многочисленными международными и отечественными сертификатами и наградами[44].

В середине октября текущего года пущена в эксплуатацию новая мартеновская печь на ОАО "Гурьевский металлургический завод". Это позволяет почти на треть увеличить мощности сталеплавильного производства завода, повысить качество готового металлопроката. Кроме того, дополнительно пуск печи дает дополнительно 60 новых рабочих мест. Общий объем затрат на строительство нового мартена составил более 75 миллионов рублей[45].

Активно ведутся работы по техническому перевооружению, реконструкции основного производства на ОАО "Кузнецкие ферросплавы". Здесь накануне 60-летия завода введена в эксплуатацию после капитального ремонта ферросплавная печь № 7. Она оснащена автоматизированной системой управления всем технологическим процессом - от формирования состава шихты до ведения плавки. Стоимость ремонта печи составила 40 млн. рублей[46].

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

Новая технология позволяет значительно экономить электроэнергию. Не случайно, что в марте этого года в ходе 4-ой специализированной международной выставки "Энергосбережение 2002" в г. Москве завод был отмечен дипломом за планомерное сокращение энергетических затрат при производстве ферросилиция за счет применения новых шихтовых материалов, внедрения АСУ ТП, сокращения горячих и плановых простоев ферросплавных печей[47].

В начале июля этого года закончено строительство уникальной установки по выпуску микрокремнезема - ценного материала для производства огнеупоров, цемента. Этот материал широко используется в мировой практике при строительстве особо важных сооружений туннелей, мостов, автобанов. Таких установок в России нет. Пуск этой установки сделает завод еще более конкурентоспособным, откроет новые перспективы. Ввод в действие только этой установки позволил дать дополнительно 170 новых рабочих мест[48].

Несмотря на продолжающийся мировой экономический кризис на ОАО "Новокузнецкий алюминиевый завод" производство алюминия к соответствующему уровню прошлого года возросло на 2 %, а из российского сырья - в 1,5 раза. На заводе планомерно ведется работа по наращиванию выпуска алюминия высшего качества, по расширению ассортимента продукции, предназначенной для отечественных предприятий машиностроительной и пищевой промышленности[49].

Проводятся работы по модернизации производства анодной массы, переход на технологию "сухой анодной массы". Причем, любое техническое решение на заводе связано с улучшением экологии. А 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|

в свою очередь даст возможность по внедрению на заводе системы экологического менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 14001[50].

На ООО "Рельсы КМК" (дочернем предприятии КМК) не ожидая коренной реконструкции проводится планомерная реконструкция электропечей, ведется строительство первой очереди крановой эстакады для переработки металлолома. Только в этом году на эти цели будет израсходовано более 150 миллионов рублей[51].

Это позволяет к концу года перейти на производство рельсов только из электростали и увеличить объем выпуска высококачественных рельсов нового поколения по сравнению с прошлым годом более чем на 30%[52].

Продолжалась в 2002 году и реконструкция горнорудных предприятий области. В октябре на Мундыбашской аглофабрике введен в эксплуатацию новый современный сушильный комплекс на 100 тысяч тонн железорудного концентрата в месяц. Это позволит круглогодично производить качественный концентрат, увеличить объемы производства и обеспечить сырьем ОАО "Запсиб". При этом дополнительно создано 50 новых рабочих мест, что очень важно для такого небольшого поселка как Мундыбаш[53].

На Таштагольском руднике ООО "Кузнецкий горно-обогатительный комплекс" завершился капитальный ремонт стоимостью 12 млн. рублей. Произведенные работы обеспечат бесперебойную работу рудника в течение года и позволят повысить производительность с 1,3 до 1,4 млн. тонн железорудного концентрата в год[54].

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 большинстве металлургических предприятий активно реализуются и социальные программы: по строительству жилья, помощи ветеранам, многодетным и молодым семьям, охране здоровья[55].

Однако сегодня металлургические предприятия области, как и вся металлургическая промышленность России, переживают нелегкие времена. Причины известны. Это жесточайший кризис перепроизводства, обвал цен на мировом рынке стали и алюминия[56].

Сейчас почти треть мировых производственных мощностей по стали - избыточна. В связи с этим резко обострились проблемы сбыта продукции, а позиции наших западных и восточно-азиатских конкурентов продолжают ужесточаться. Вслед за США антидемпинговые расследования против России проводят правительства ряда других стран[57].

Положение усугубляется продолжающимся ростом тарифов на электрическую энергию, железнодорожные перевозки со стороны наших естественных монополий[58].

В Кузбассе принимаются экстренные меры по стабилизации положения дел на ведущих предприятиях отрасли. Многие наши предложения уже нашли отражение в Концепции стратегического развития металлургической промышленности России, которая была рассмотрена на заседании Правительства РФ 16 мая 2002 года[59].

Администрация области совместно с управляющей компанией "Евразхолдинг", специалистами федеральной службы финансового оздоровления, профсоюзным комитетом, Советом ветеранов Кузнецкого комбината рассмотрели несколько вариантов выхода этого предприятия из финансового кризиса и выбрали наиболее оптимальный,

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

предусматривающий создание на базе КМК 9-ти дочерних предприятий. Весь производственный цикл остался единым. Сегодня уже действуют 8 предприятий, которые работают стабильно[60].

Новые предприятия без старых долгов, привлекательны для инвесторов и имеют хорошую перспективу дальнейшего развития, реконструкции. Для решения вопросов оперативного и стратегического развития создали Координационный совет дочерних предприятий КМК[61].

Разработана и рассмотрена на коллегии администрации города Новокузнецка и вынесена на утверждение Администрации области Программа создания новых рабочих мест на проблемных металлургических предприятиях. Кроме того, в целях социальной поддержки металлургов создан специальный Фонд имени И.П. Бардина, председателем попечительского Совета которого является Губернатор. Попечительским Советом уже принято решение о финансировании 5 новых предприятий с созданием 200 новых рабочих мест[62].

В целях подъема горнорудной отрасли создана новая холдинговая компания "Евразруда". Для надежного обеспечения электроэнергией наших крупнейших металлургических предприятий ОАО " Западно-Сибирский металлургический комбинат" и дочерних предприятий ОАО "Кузнецкий металлургический комбинат" создано новое предприятие ООО "Металлэнергофинанс" на базе ТЭЦ КМК и энергосетевого хозяйства Запсиба и КМК[63].

Изменение конъюнктуры рынка металлопродукции потребовало и определенной структурной перестройки, совершенствования системы управления металлургическим комплексом, технического перевооружения производства на ведущих предприятиях отрасли[64].

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

Уже сегодня начала действовать новая технологическая цепочка, когда слябовые заготовки с Запсибметкомбината направляются на соседний КМК, где из них после прокатки получают готовый лист. В свою очередь легированные высококачественные марки стали, выплавленные в электропечах КМК прокатываются на станах Запсиба. А в результате получаем качественный металлопрокат, который становится конкурентоспособным и востребованным не только на внутреннем, но и на мировом рынке.[65]

Кроме того, реализация этой программы позволяет максимально загрузить мощности листопрокатного цеха, создать новые рабочие места на двух комбинатах[66].

Важнейшая задачей в нынешних кризисных ситуациях является ускоренная реконструкция и модернизация основного производства, внедрение современных технологий, освоение новых видов продукции отвечающих мировым стандартам[67].

Поэтому на Кузнецком комбинате следует ускорить реализацию Программы реконструкции электросталеплавильного и рельсобалочного производства. В результате реконструкции выпуск высококачественной электростали увеличится к уровню 2000 года в два раза и достигнет к 2005 году 1,5 миллионов тонн в год. Это позволит существенно повысить качество рельсов. А значит, наши кузнецкие рельсы смогут успешно конкурировать с лучшими мировыми аналогами[68].

Планируется наряду с закрытием и выводом из эксплуатации нерентабельных мартеновских печей, ряда прокатных станов, провести реконструкцию электросталеплавильного и рельсобалочного производства. В частности, в ООО "Рельсы КМК" предусматривается про-

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

должить строительство головной части рельсобалочного цеха, реконструкцию электросталеплавильного цеха цеха №2 с установкой средств интенсификации и внепечной обработки плавки, реконструкцию вальцетокарного производства, осуществить модернизацию отделения непрерывной разливки стали. На эти цели планируется направить около 1 млрд. рублей прямых инвестиций[69].

Осуществление мер по техническому перевооружению позволит повысить качество выплавляемой стали и выпускаемых рельсов, что значительно расширит объемы продаж не только на внутреннем, но и на внешних рынках[70].

На ОАО "Западно-Сибирский металлургический комбинат" необходимо активизировать работы по реализации долгосрочной Программы глубокой реконструкции основного производства, которая рассчитана на период до 2010 года. Основной задачей на первом этапе реконструкции является перевод сталеплавильного производства в первом и втором конвертерных цехах на стопроцентную непрерывную разливку. Это позволит существенно снизить потери металла, а также выпускать экономичную заготовку. В дальнейшем предусматривается провести реконструкцию прокатного производства. В частности, предусматривается построить новый проволочный стан для выпуска катаной и кордовой проволоки, которая пользуется широким спросом на рынке[71].

Планируется осуществить строительство комплекса агрегата "Печь-ковш" в кислородно-конверторном цехе № 2, провести реконструкцию сульфатного отделения в коксохимическом производстве, ввести в эксплуатацию участок переработки конверторных шлаков,

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

провести работы по строительству нового золошламоотвала, модернизировать ломоперерабатывающее оборудование[72].

Кроме того, предусматривается ввести противодавленческие турбины Р-6 и Р-12, которые будут вырабатывать электрическую энергию суммарной мощностью 24 МВт. Это позволит снизить зависимость комбината от непомерно растущих тарифов на электроэнергию. Общие затраты на новое строительство и техническое перевооружение Запсиба составят 950 миллионов рублей[73].

Предусматривается все более ориентировать ОАО "Новокузнецкий алюминиевый завод" на выпуск качественной продукции на внутренний рынок. В целом объем производства алюминия увеличится в 2003 г. по сравнению с текущим годом на 0,9%. При этом доля экспортных поставок снизится с 47,4% в текущем году до 39% -в 2003 году[74]. Основным направлением Программы технического перевооружения предприятия станет - внедрение системы экологического менеджмента, строительство систем газоочистки, реконструкция цеха анодной массы, модернизация литейного производства, линий резки и упаковки готовой продукции. Общий объем капиталовложений на эти цели по заводу на 2003 год предусмотрен в объеме 320 млн. рублей[75].

Современная отечественная промышленность, продолжает тяготеть в сторону добывающего сектора экономики, который в течение последних 4 отчетных лет увеличил свои масштабы на 36,20% против 25,58% со стороны обрабатывающих отраслей и на общем фоне прироста объемов отгруженной промышленными компаниями изделий на 31,39%.[76] В данном аспекте наиболее информативным, на наш взгляд, является тот факт, что за последние 20 лет часть машиностроения в структуре российского промышленного выпуска уменьшилась 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|

22,90% до 12,93%, а та же характеристика топливной промышленной сфере напротив увеличилась с 12,30% в 1990 г. до 31,84% в 2010 г. и до 34,74% по итогам января-июня 2011 г.[77]

Девальвация рубля и санкции Запада пока не оказали существенного позитивного воздействия на динамику машиностроительной производственной деятельности. Вместе с тем, они сказались на статистике импорта машиностроительных товаров[78]. Согласно данным Федеральной таможенной службы, импорт машин, оборудования и транспортных средства уменьшился в январе-сентябре текущего года при сравнении с аналогичным периодом прошедшего года на 8.5% до $103.0 млрд. Впрочем, экспорт отечественной машиностроительных товаров за это же время также уменьшился довольно сильно — на 6.8% до $17.7 млрд. Следовательно, девальвация рубля уменьшила спрос на зарубежное оборудование, но при этом не увеличила спрос на отечественную технику ни внутри государства, ни за ее пределами[79].

Библиографический список

1. Машиностроительный комплекс РФ: отраслевые, региональные и стратегические аспекты развития. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Шленов Ю.В., Воробьёв Д.И., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Фёдоров Б.К., Шестов А.В. Курск, 2017

2. Женжебир В.Н. Внешнеторговый оборот продукции отечественного машиностроения. В сб.: Наука и инновации в современных условиях Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 5 частях. 2016. С. 128-135.

3. Фадеев А.С. Технологические процессы предприятий

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

машиностроительного комплекса при обработке металлов давлением. В сб.: Инновационные механизмы решения проблем научного развития сб.. Ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 100-107

4. Женжебир В.Н. Исследование проблем современного машиностроения. В сб.: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 40-46

5. Филатов В.В. Изучение структурных отраслевых сдвигов в машиностроительном комплексе РФ. В сб.: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 144-149. 53

6. Женжебир В.Н. Перспективы производства машин и оборудования машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 57-63.

7. Фадеев А.С. Технологические процессы предприятий машиностроительного комплекса при сварке, резке и пайке металлов. В сб.: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 162-168.

8. Женжебир В.Н. Типы организации производства машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Новые информационные технологии в науке. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 64-71.

9. Женжебир В.Н. Проблемы российской торговли машинами и оборудованием. В сб.: Инновационные механизмы решения проблем научного развития Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 76-82.

10. Пшава Т.С. Планирование концентрации производства 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|

промышленном комплексе. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 145-152.

11. Женжебир В.Н. Тенденции и перспективы развития машиностроительного комплекса. В сб.: Материалы и методы инновационных исследований и разработок Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 3 частях. 2016. С. 77-84.

12. Филатов В.В. Программа развития машиностроительного комплекса в условиях рыночной экономики. В сб.: Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 189-193.

13. Женжебир В.Н. Влияние на структуру машиностроительного комплекса общественного разделения труда, дифференциации и специализации отраслей. В сб.: Наука, образование и инновации Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 78-82

14. Женжебир В.Н. Современное состояние и особенности размещения общего машиностроения в РФ. В сб.: Научные основы современного прогресса Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 92-98.

15. Фадеев А.С. Перспективы развития энергетического машиностроения промышленного комплекса РФ. В сб.: Наука и инновации в современных условиях. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 5 частях. 2016. С. 121-127.

16. Женжебир В.Н. Отраслевая структура комплекса машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 94-99.

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. Фадеев А.С. Управление процессом сборки и последовательностью автоматического соединения деталей на предприятиях машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Материалы и методы инновационных исследований и разработок. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 3 частях. 2016. С. 114-121.

18. Женжебир В.Н. Перспективы развития железнодорожного подкомплекса машиностроения РФ на основе нанотехнологий. В сб.: Научные основы современного прогресса Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 98-103.

19. Фадеев А.С. Производство электронного и оптического оборудования в машиностроительном комплексе РФ. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 177-181

20. Филатов В.В. Основные направления технологической модернизации предприятий машиностроительного комплекса. В сб.: Материалы и методы инновационных исследований и разработок/ Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 3 частях. 2016. С. 205-211.

21. Фадеев А.С. Перспективы развития автомобилестроительного подкомплекса машиностроения РФ на основе нанотехнологий. В сб.: Научные основы современного прогресса. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 184-188.

22. Фадеев А.С. Современное состояние и особенности размещения тяжелого машиностроения в РФ. В сб.: Научные основы современного прогресса. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 188-194.

23. Фадеев А.С. Виды производства и организационные формы работы предприятий машиностроительного комплекса РФ. В сб.:

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

Новые информационные технологии в науке. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 226-233.

24. Филатов В.В. Промышленная политика и направления реструктуризации машиностроительного комплекса. В сб.: Инновационные механизмы решения проблем научного развития. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 245-251.

25. Фадеев А.С. Влияние специализации и производственных связей на изменения в отраслевой структуре машиностроения. В сб.: Наука, образование и инновации сб.. Ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 248-253.

26. Фадеев А.С. Методы достижения точности при автоматической сборке на предприятиях машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 54-61. 27

27. Женжебир В.Н. Современные проблемы торговли машинами и оборудованием. В сб.: Инновационные процессы в научной среде Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 82-89.

28. Фадеев А.С. Технологические процессы на предприятиях машиностроительного комплекса при сборочном производстве. В сб.: Инновационные процессы в научной среде. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 93-100.

29. Филатов В.В. Формирование стратегии развития промышленных предприятий машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Наука и инновации в современных условиях. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 5 частях. 2016. С. 132-139.

30. Филатов В.В. Организационно - экономические

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

инструменты регулирования инфраструктуры рынка инноваций отраслевой экономической системы. В сб.: Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы. Сб. статей межд. науч.-практ. конф.. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 163-170.

31. Филатов В.В. Многофакторный анализ как инструмент формирования стратегии предприятий машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Проблемы современных интеграционных процессов и пути их решения. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 2 частях. 2016. С. 195-202.

32. Филатов В.В. Региональные аспекты развития машиностроительного комплекса РФ. В сб.: новые информационные технологии в науке. Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.. 2016. С. 234-241.

33. Филатов В.В. Факторы, способствующие совершенствованию отраслевой структуры машиностроительного комплекса РФ. В сб.: Инновационные процессы в научной среде/ Сб. ст. межд. науч.-практ. конф.: в 4 частях. 2016. С. 263-270.

34. Инновационный менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2018

35. Менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

36. Аналитический инструментарий стратегического менеджмента. Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

37. Управленческое консультирование: менеджмент-

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

консалтинг. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Положенцева И.В., Лочан С.А., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Курск, 2017.

38. Менеджмент традиционные и современные модели. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Долгова В.Н., Дорофеев А.Ю., Женжебир В.Н., Кобиашвили Н.А., Князев В.В., Лочан С.А., Медведев В.М., Минайченкова Е.И., Мухина Т.Н., Петросян Д.С., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Справочник / Москва, 2017

39. Методология управления экономической интеграцией и концентрацией на примере организации вертикально - интегрированного холдинга. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Диброва Ж.Н., Денисов М.А., Трифонов Р.Н., Медведев В.М., Фадеев А.С., Князев В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Галицкий Ю.А., Борисова Т.А., Подлесная Л.В., Шестов А.В. Курск, 2016.

40. Методология ценообразования инновационных проектов и научно- исследовательских работ, выполняемых по госзаказу органов исполнительной власти. Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н., Дорофеев А.Ю., Денисов М.А., Маёрина Е.С., Положенцева И.В., Фадеев А.С. Коллективная монография / Москва, 2016.

41. Совершенствование стратегического управления предприятия на основе ситуационного анализа и сбалансированной системы показателей. Филатов В.В., Диброва Ж.Н., Медведев В.М., Женжебир В.Н., Князев В.В., Кобулов Б.А., Паластина И.П., Положенцева И.В., Кобиашвили Н.А., Фадеев А.С., Шестов А.В. Коллективная монография / Москва, 2015.

42. Управление хозяйственными связями предприятия с поставщиками и потребителями. Филатов В.В., Медведев В.М., Князев

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.В., Фадеев А.С., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Кобулов Б.А., Колосова Г.М., Шестов А.В., Подлесная Л.В. Москва, 2015.

43. Научно-техническое развитие как инновационный фактор экономического роста. Ашалян Л.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Медведев В.М., Паластина И.П., Положенцева И.В., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Филатов В.В., Филатов А.В.Коллективная монография / Министерство образования и науки РФ, ФБГОУ ВПО "Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) (МАИ), Московский государственный технический университет им. Баумана. Москва, 2014.

44. Управление лицензионной деятельностью: вопросы теории и практики. Ашалян Л.Н., Дадугин М.В., Диброва Ж.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Пшава Т.С., Филатов В.В., Филатов А.В. Москва, 2013.

45. Филатов В.В., Шестов А.В. Современные тенденции развития отраслей легкой промышленности: региональный, стратегический, инновационный аспект. Москва, 2013.

46. Филатов В.В. Концептуальные вопросы активизации инновационной деятельности в Российской Федерации. Москва, 2013.

47. Проблемы фирмирования инновационной экономики. Баранников А.А., Бузу О.В., Гусар С.А., Дорофеев А.Ю., Михайлушкин П.В., Ноздрин В.В., Сафаргалиев М.Ф., Соколов С.Н., Филатов В.В., Чабанюк О.В., Черкасов М.Н., Чернов С.С. Под общей редакцией С.С. Чернова. Новосибирск, 2012.

48. Филатов В.В. Управление инновационными рисками. Учебно-методический комплекс дисциплины. Направление подготовки

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

магистров: 080200.68 – "Общий и стратегический менеджмент" / Курск, 2012.

49. Инновационный менеджмент. Филатов В.В., Кобулов Б.А., Положенцева И.В. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2011.

50. Государственное и муниципальное управление. Филатов В.В., Долгова В.Н., Деева В.А., Князев В.В., Бачурин А.П., Медведева Т.Ю., Паластина И.П., Положенцева И.В., Женжебир В.Н. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2010.

51. Теоретические основы проектирования систем менеджмента производственных предприятий в условиях экономической нестабильности. Филатов В.В., Дорофеев А.Ю., Деева В.А., Князев В.В., Кобулов Б.А., Кобиашвили Н.А., Мухина Т.Н., Паластина И.П., Руденко О.Е., Осинская Т.В. Москва, 2008.

52. Стратегия диверсификации системы управления на основе выделения бизнес-единиц. Кобиашвили Н.А., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Фадеев А.С., Медведев В.М., Шестов А.В., Немцев И.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 40.

53. Организационно-экономические подходы к повышению конкурентоспособности хозяйственной деятельности предприятия. Кобиашвили Н.А., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Фадеев А.С., Медведев В.М., Шестов А.В., Кобулов Б.А. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 41.

54. Повышение эффективности системы менеджмента качества предприятия на основе оптимизации функциональной подсистемы. Кобиашвили Н.А., Женжебир В.Н., Осинская Т.В., Фадеев А.С., Медведев В.М., Шестов А.В., Кретов М.И. Интернет-журнал

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

Науковедение. 2015. Т. 7. № 3 (28). С. 42.

55. Международная глобализация и трансформация понятия энергетической безопасности. Алексеев А.Е., Новицкий И.Ю., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Шестов А.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 2.

56. Энергетическая безопасность в европейском союзе: проблемы «зависимости» и развития. Алексеев А.Е., Новицкий И.Ю., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Дадугин М.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 3.

57. Энергетическая безопасность как фактор международного развития. Новицкий И.Ю., Алексеев А.Е., Пшава Т.С., Женжебир В.Н., Шестов А.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 69.

58. Европейский бизнес и энергетическая безопасность в свете мирового кризиса. Новицкий И.Ю., Алексеев А.Е., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Шестов А.В. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 70.

59. Дилеммность политической элиты стран европейского союза в сфере энергетики. Положенцева И.В., Алексеев А.Е., Новицкий И.Ю., Женжебир В.Н., Пшава Т.С. Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 6 (31). С. 78

60. Филатов В.В. Поставщики инновационной продукции на отраслевом рынке инноваций. В сб.: Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики. Сб. научных трудов 3-й межд. науч.-практ. конф.. 2017. С. 259-268.

61. Филатов В.В. Развитие промышленного комплекса России на основе регулирования рынка инноваций отраслевых экономических

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

систем. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 5-4 (46). С. 126-132.

62. Филатов В.В., Царев А.А. Эффективность формирования и регулирования отраслевого рынка инноваций. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 6-1 (49). С. 159-162.

63. Филатов В.В. Анализ возможности использования в России зарубежного опыта развития рынков инноваций отраслевой экономической системы на примере пищевой промышленности. сб.: Современные научные исследования: теоретический и практический аспект Сб. ст. межд. науч.-практ. конф. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 123-131

64. Филатов В.В. Модель развития промышленного комплекса России на основе регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы. Инновации и инвестиции. 2016. № 12. С. 208-211.

65. Филатов В.В. Риск-факторы, препятствующие формированию и регулированию рынка инноваций пищевой промышленности ЦФО. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 3. С. 75-78.

66. Филатов В.В. Механизм взаимодействия участников рынка инноваций пищевой промышленности на основе технологических платформ. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 4. С. 57-62.

67. Филатов В.В., Симонова В.А. Предпосылки повышения инновационного потенциала участников основных продуктовых групп пищевой промышленности ЦФО. Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 5 (36). С. 64.

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

68. Филатов В.В. Формирование экономики знаний в глобальной инновационной сфере на базе научно-исследовательских сетей. Администратор образования. 2013. № 9. С. 208

69. Женжебир В.Н. Механизмы и функции рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.40-74

70. Пшава Т.С. Регулирование потребительского рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.75-107

71. Фадеев А.С. Роль рынка отраслевых инноваций в развитии малого предпринимательства. Сб. науч. тр. по мат. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.113-142

72. Филатов В.В. Организационно- экономические механизмы формирования портфеля инноваций и стратегии развития производства. X междунар. междисц. фор. мол. уч. «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.143-177

73. Женжебир В.Н. Управление лицензионной деятельностью инновационных предприятий. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы:

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 теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.21-57

74. Пшава Т.С. Методы и особенности прогнозирования рынка отраслевых инноваций. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.114-149

75. Фадеев А.С. Управление инновационной деятельностью промышленных предприятий. Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.150-185

76. Филатов В.В. Организационно- экономические механизмы инновационного предпринимательства. X Сб. науч. тр. по мат. III междунар. междисц. фор. мол. уч. «Экономика, управление и финансы: современные теории и практические разработки», Москва: НОО «Профессиональная наука», 2017, С.186-221

77. Пшава Т.С. Факторы, определяющие отраслевое развитие машиностроительного комплекса. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017

78. Фадеев А.С. Государственное регулирование экономического роста в промышленности. Сб. науч. тр. по мат. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 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|

79. Филатов В.В. Влияние экономического кризиса на машиностроение легкой и пищевой промышленности. I междунар. междисц. фор. мол. уч. «Наука и технологии - ключевой фактор развития стран и регионов», Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 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|

УДК 332.146.2

Филатов В.В. Особенности регулирования экономики АПК

The impact of economic crisis on engineering, light and food industry

Филатов Владимир Владимирович,
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмента, государственного и муниципального управления»,
Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
Filatov Vladimir Vladimirovich,
Candidate of technical Sciences, associate Professor,
Department of Management, state and municipal management
Moscow state University
technology and management. K. G. Razumovsky (PKU)

Аннотация. В работе рассмотрены особенности регулирования экономики АПК. Таким образом, можно констатировать, что уровень предметной специализации машиностроительных предприятий за последнее десятилетие значительно снизился и произошло изменение самой структуры производства, которое заключается в снижении доли выпуска машин и увеличении удельного веса запасных частей.

Ключевые слова: организация, механизмы, функции, рынок, экономический кризис, машиностроение, легкая и пищевая промышленность.

Abstract. The paper considers the impact of economic crisis on engineering, light and food industries. Thus, we can say that the level of subject specialization engineering companies over the last decade has declined significantly and there has been a change to the structure of production, which is the decline in the share of manufacture of machinery and increase the proportion of spare parts..

Keywords: the organization, mechanisms, functions, market, economic crisis, mechanical engineering, light and food industries.

Агропромышленный комплекс РФ — многоотраслевая система, включающая более 60 отраслей: прежде всего само сельское хозяйство, пищевую и биологическую промышленность, пищевое, сельскохозяйственное и автотракторное машиностроение,

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

производство химических удобрений, средств защиты растений, строительство сельскохозяйственных, промышленных и социально-культурных объектов, связь, ветеринарную и санитарно-эпидемиологическую службы[1].

АПК – это не только производство, но и среда обитания значительной части населения. Уровень сельскохозяйственного производства напрямую влияет на состояние продовольственной безопасности страны. Стоящее на более низком уровне развития производительных сил, сельское хозяйство является относительно статичной отраслью, медленнее, чем другие, приспосабливающейся к меняющимся экономическим и технологическим условиям. Поэтому аграрный сектор РФ традиционно занимает особое положение среди других отраслей народного хозяйства[2].

Развитие АПК в решающей мере определяет состояние всего экономического потенциала, уровень продовольственной безопасности региона и страны в целом и социально-экономическую обстановку в обществе, но проблемы, возникающие в нем противоречивы и в достаточной мере не изучены, а перспективные направления совершенствования развития регионального АПК нуждаются в систематизации и представляют особый интерес[3].

В силу своего потенциала и исторически сложившегося положения в системе общественного разделения труда сельское хозяйство в РФ — отрасль, проблемы которой выходят далеко за ее собственные рамки, затрагивают интересы всего государства. В сложившейся ситуации аграрный сектор может рассматриваться как один из источников общего кризиса в народном хозяйстве[4].

Возрождение сельского хозяйства следует осознать 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|

общенациональную задачу. Сегодня важно, чтобы совместными усилиями власти, науки и практики была разработана стратегия аграрного развития страны и центральное место в ней должен занять крестьянин, его образ жизни, экономические интересы[5].

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики любого государства. Оно дает жизненно необходимую человеку продукцию: основные продукты питания и сырье для выработки предметов потребления. Сельское хозяйство производит свыше 12% валового общественного продукта и более 15% национального дохода РФ, сосредоточивает 15,7% производственных основных фондов. Восемьдесят отраслей промышленности поставляют свою продукцию сельскому хозяйству, которое, в свою очередь, поставляет свою продукцию шестидесяти отраслям промышленности. Сельскохозяйственное производство – центральное звено агропромышленного комплекса страны[6].

Неблагоприятное для сельхозпроизводителя изменение пропорций между ценами на материально-технические ресурсы и сельскохозяйственную продукцию (межотраслевой диспаритет), а также между закупочными ценами на сырье и окончательными ценами на продукты питания (внутриотраслевой диспаритет); - неудовлетворительное состояние сельскохозяйственных земель. В последние годы практически приостановлены работы по повышению плодородия почв и мелиорации земель, осушению и орошению земель, сократились показатели применения органических и минеральных удобрений, что послужило усилению процесса деградации почв[7].

Агропромышленный комплекс занимает важное место в народном хозяйстве РФ. За последние годы резко сократился уровень

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

среднедушевого производства зерна. В современной ситуации Россия уже не обладает достаточными финансовыми возможностями для закупки необходимого количества зерна, а снижение зернового импорта восполняется увеличением размера закупок готовых продуктов питания. Ситуация в животноводстве оказалась еще хуже, чем в растениеводстве. Отечественное животноводство обеспечивает не выше 50% потребности населения страны в молоке и мясе. Импорт сельскохозяйственной продукции резко возрос. Основными потребителями импортного продовольствия являются крупные города. В то же время, вместе с растущим расслоением по доходам все более значительной части российского населения, не обеспечен даже весьма скромный уровень потребления продуктов питания. Кроме того, импорт часто сопровождается закупкой некачественных и даже опасных для здоровья продуктов[8].

На базе обособленных видов промышленной и сельскохозяйственной деятельности произошло формирование единого агропромышленного комплекса, участники которого органически взаимосвязаны и ориентированы на единую конечную цель. В агропромышленном производстве выделяются пять взаимосвязанных стадий: производство средств производства для всей системы агропромышленного комплекса; сельскохозяйственное производство; - производство предметов потребления, изготавливаемых из сельскохозяйственного сырья; производственно-техническое и технологическое обслуживание всех стадий воспроизводственного цикла; реализация конечной продукции[9].

Характеризуя агропромышленный комплекс как единое целое производство необходимо отметить, что сельское хозяйство всегда

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

было тесно связано с промышленностью, строительством, транспортом, торговлей и другими отраслями народного хозяйства. Однако понятие “агропромышленный комплекс” вошло в оборот в середине семидесятых годов. Его создание знаменует собой качественно новый уровень связей и взаимосвязей сельского хозяйства и смежных отраслей, объединенных в единый воспроизводственный процесс[10].

Основой формирования агропромышленного комплекса является агропромышленная интеграция. Она представляет собой процесс усиления производственных связей и органического соединения сельского хозяйства с другими отраслями, занимающимися обслуживанием сельского хозяйства и доведением его продукции до потребителя. Экономические связями между отраслями АПК реализуются посредством установления оптимального уровня цен на продукцию и услуги. Диспаритет или ножницы цен усугубляют нормальные экономические связи и не способствуют наращиванию объемов производства и реализации конечной продукции[11].

Основное назначение пищевой промышленности— производство продуктов питания. Пищевая промышленность характеризуется сложной структурой. В её состав входит свыше двух десятков подотраслей с многочисленными специализированными производствами. В основу размещения пищевой промышленности положены два фактора, сырьевой и потребительский. Ориентация на сырьевые базы обусловлена материалоёмкостью пищевой промышленности. В большинстве её отраслей расход сырья намного превышает вес готовой продукции. Помимо этого, надо учитывать низкую транспортабельность сельскохозяйственного сырья, 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|

объясняется ухудшением его качества при длительных перевозках и хранении, а также большим содержанием воды (например, вода составляет 75-80% массы сахарной свеклы). В то же время массовость и повсеместность использования, скоропортящийся характер и относительно низкая транспортабельность, выпускаемой продукции притягивают производство к местам потребления[12].

Агропромышленный комплекс РФ (АПК) включает отрасли, имеющие тесные экономические и производственные взаимосвязи, специализирующиеся на производстве сельскохозяйственной продукции, ее переработке и хранении, а также обеспечивающие сельское хозяйство и перерабатывающую промышленность средствами производства[13].

В структуре АПК выделяют три сферы: первая – отрасли, производящие средства производства для сельского хозяйства, – тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, машиностроение для животноводства и кормопроизводства, производство мелиоративной техники, минеральных удобрений, сельское производственное строительство, комбикормовая и микробиологическая промышленность, обслуживающие сельское хозяйство производства и др.; вторая – сельское хозяйство (земледелие и животноводство) и лесное хозяйство; третья – отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье, – пищевая, отрасли легкой промышленности, связанные с первичной обработкой льна, шерсти и др., а также отрасли, обеспечивающие заготовку, хранение, транспортировку и реализацию продукции агропромышленного комплекса[14].

Структура АПК РФ далека от совершенства. Сельское хозяйство

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

является в нем главным звеном: оно производит свыше 48% объема продукции АПК, располагает 68% производственных основных фондов комплекса, в нем занято почти 67% работающих в производственных отраслях АПК. В развитых же странах в создании конечного продукта основная роль принадлежит третьей сфере АПК (например, в США на долю перерабатывающих и сбытовых отраслей приходится 73% производимой продукции АПК, сельское хозяйство дает лишь 13%)[15].

Сбалансированное развитие всех сфер АПК – необходимое условие решения проблемы обеспечения страны продовольствием и сельскохозяйственным сырьем. В настоящее время слабое развитие перерабатывающих отраслей АПК и производственной инфраструктуры комплекса приводят к огромным потерям продукции сельского хозяйства. Например, потери составляют 30% собранного зерна, 40-45% картофеля и овощей. Потребность в оборудовании для отраслей промышленности, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, удовлетворяется лишь на 55-60%, степень износа оборудования составляет 76%[16].

Важная проблема, препятствующая нормальному, сбалансированному развитию всего АПК – это неразвитость рынка средств производства. До последнего времени в снабжении действовала система фондового распределения ресурсов, на смену которой должен придти рынок. В условиях рыночных отношений поставки необходимых материально-технических средств осуществляются по прямым связям с изготовителями, через оптовых посредников, а также путем закупки через организованную рыночную инфраструктуру (товарные биржи, аукционы, ярмарки и 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|

Становление рынка средств производства, повышение качества продукции отраслей первой сферы АПК необходимо для создания высокоэффективного сельскохозяйственного производства в РФ[17].

Сельское хозяйство – это совершенно особая сфера производства, главная особенность которого – наличие земли в качестве основного средства производства. Земля в отличие от других средств производства – не продукт труда человека, ее размеры не могут быть увеличены; при правильном ее использовании в сельском хозяйстве земля не только не теряет своих качеств, но даже улучшает их, в то время как все другие средства производства постепенно устаревают морально и физически, заменяются другими. Земля, являясь средством производства, выступает и как средство труда, и как предмет труда[18].

Россия располагает огромной площадью земель – 1708 млн. га. Но значительная ее часть приходится на тундру, тайгу, горные массивы. Только 222 млн. га (13%) составляют сельскохозяйственные угодья, т.е. земли, используемые в сельском хозяйстве. Доля же самых ценных земель (пашни) еще меньше – 8% (132 млн. га). Однако в расчете на душу населения по сравнению с другими развитыми странами мира российские показатели достаточно велики[19].

Значительная часть сельскохозяйственных угодий страны подвержена влиянию неблагоприятных факторов: переувлажнению и заболачиванию (45 млн. га), засолению (40 млн. га), водной и ветровой эрозии (50 млн. га), засухе (в отдельные годы до 170 млн. га). Всего в защите от них нуждается 58% пашни и 95% пастбищ. 32 % орошаемых земель РФ, несмотря на огромные вложенные в них средства, нуждаются в реконструкции[20].

Россия не обеспечивает себя зерном полностью. 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|

причины – низкая урожайность и исторически сложившееся преобладание пшеницы над зернофуражными культурами. Это не соответствует требованиям животноводства – основного потребителя зерна (около 50%). Суммарные потери зерна при уборке урожая достигают 30%. Таким образом, простейшие расчеты показывают, что, собирая в среднем 100 млн. т. зерна в год, Россия теряет 30 млн. т. и скармливает скоту около 50 млн. т. В 1993 году 11, 2 млн. т. зерна было куплено за границей. Очевидно, если исключить потери, увеличив производство кормового зерна, можно отказаться от зернового импорта[21].

В развитие рыночных отношений в сельском хозяйстве большой вклад внесло решение Правительства РФ 1993 г. формировать государственные ресурсы на контрактной основе по свободным ценам, отменить обязательные поставки. Формирование государственных продовольственных ресурсов для содержания армии, государственного резерва будет осуществляться на средства государственного бюджета, а государственная поддержка сельхозпроизводителей – только за счет внебюджетных источников. Государство предусматривает целый ряд льгот для сельхозпредприятий, заключающих с ним договора по поставкам: предоставление бюджетных ссуд, дотация животноводческой продукции, компенсация стоимости горюче-смазочных материалов и т.д. Возможно, такие договора будут заключаться на конкурсной основе[22].

Активно в АПК идет формирование новых форм хозяйствования. В настоящее время они представлены крестьянскими хозяйствами, ассоциациями крестьянских хозяйств, агрокооперативами, агрокомбинатами, агроконсорциумами, агрофирмами. Выбор той или

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

иной формы зависит от конкретных условий местности, осуществляется на строго добровольной основе, а критерием преимущества может быть только экономическая эффективность. В ближайшие годы 3/4 продукции сельского хозяйства будут производить крупные сельскохозяйственные предприятия: ассоциации крестьянских хозяйств, акционерные предприятия, агрокооперативы, созданные на основе колхозов и совхозов. Крестьянские хозяйства дадут примерно 1% от общего производства, так как даже при условии серьезной поддержки государством (строительство дорог, газификация, подводка электроэнергии, обеспечение технического обслуживания, прием продукции) им необходимо долгосрочное кредитование и не менее 3-5 лет, чтобы встать на ноги[23].

Переход от плановой к рыночной экономике привел к большим системным изменениям в агропромышленном комплексе (АПК). Государство ликвидировало плановую экономику, появились экономически независимые хозяйства, предприятия и их объединения, которые самостоятельно решают вопросы снабжения, выбора направлений производственной деятельности, реализации своей продукции и в целом функционируют по законам рынка. В таком состоянии агропромышленный комплекс рассматривается как система условно объединенных хозяйствующих и смежных субъектов. Этот термин по-прежнему используется в официальных документах, научно-технической и энциклопедической литературе[24].

С позиции положений общей теории систем общенациональная экономика как система состоит из ряда подсистем. Одной из них является агропродовольственная экономика, которая включает две подсистемы: производство (сельское хозяйства) и переработку

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

сельскохозяйственной продукции (пищевая и перерабатывающая промышленность). В своей деятельности она связана с другими подсистемами (финансовой, машиностроительной, химической, транспортной, энергетической и др.) через интеграцию с частью их элементов (продукция и услуги)[25].

Основная цель агропродовольственной экономики - обеспечение населения и других потребителей натуральными продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем, по качеству и структуре соответствующими спросу его различных групп и предприятий. В связи с реформированием экономики этот процесс осуществляется на новой, рыночной основе[26].

В отличие от планово-распределительной системы, которая исходила из приоритета ускоренного развития производства, рынок как регулятор экономических отношений существенно смещает акцент в отношениях производитель - потребитель в сторону интересов потребителя. Другими словами, рынок формирует механизм, при котором производство настраивается исключительно на потребительский спрос[27].

Рынок - это форма экономических отношений в общенациональной экономике, главным отличительным признаком которых является контакт покупателей и продавцов товаров (услуг) с целью продажи или покупки этих товаров, при этом расчеты осуществляются в денежной форме[28].

Обобщая известные в литературе формулировки рынка, можно дать следующее определение агропродовольственный рынок - это форма экономических отношений в агропродовольственной экономике, в рамках которых формируются спрос, предложение и цены

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 товары и услуги. Основным товаром агропродовольственного рынка является продукция сельскохозяйственных и перерабатывающих производств - сырье, корма и пищевые продукты[29].

На механизм регулирования рыночных отношений оказывают влияние:

-закон стоимости, определяющий формирование уровня средних цен и уровня материальных и трудовых затрат на производство сельскохозяйственной продукции и продовольствия[30];

-закон спроса и предложения, определяющий эффективность обмена между субъектами рынка, соотношение денежных и товарных потоков[31];

-конъюнктура - экономическая ситуация на рынке, характеризующаяся соотношением спроса и предложения, уровнем цен, товарных запасов и др.[32];

-конкуренция - экономическое соперничество между обособленными товаропроизводителями или поставщиками товаров (услуг) за наиболее выгодные условия сбыта, механизм стихийного регулирования процессов производства посредством перетекания капитала в более прибыльные сегменты рынка, в результате чего несостоятельные предприятия разоряются и становятся банкротами[33].

На эффективность регулирования рыночных отношений могут оказать негативное влияние:

-монополия - форма рынка, контролируемого одним или несколькими предприятиями; как правило, крупные фирмы, корпорации и их объединения сосредоточивают в своих руках значительную часть производства и (или) сбыта продукции, 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|

позволяет им устанавливать монопольные цены и получать сверхприбыль[34];

-теневая экономика - не контролируемые государством производство, распределение, обмен и потребление товаров (сельскохозяйственной продукции, продовольствия, материально-технических ресурсов и др.)[35].

Способы государственного регулирования рыночной экономики известны, используются постоянно, но могут варьировать в зависимости от ситуации на рынке. При этом совокупность принимаемых мер должна обеспечить оптимальное развитие агропродовольственной экономики. В реальных условиях лица, которые принимают решения по оптимизации агропродовольственной экономики, могут отследить и реализовать далеко не все связи, существующие между субъектами рынка. Исходя из этого, необходимо либо значительно увеличивать число управленцев, что нерационально, либо искусственно сокращать количество регулируемых связей между субъектами, что в конечном итоге приведет управляемую систему к хаосу (чисто либеральная экономика). Государство в процессе оптимизации должно отобрать и регулировать такие связи, которые будут, с одной стороны, обеспечивать наиболее эффективное действие законов рынка, а с другой - минимизировать влияние негативных факторов на процесс его развития[36].

Вклад агропродовольственной сферы экономики в валовой внутренний продукт (ВВП) РФ весьма значительный. Стоимость продукции сельского хозяйства (растениеводства и животноводство) в 2013 г. составила около 1,5 трлн. руб., что более чем в 2 раза больше, чем в 2008 г. В 2013 г. производство продукции сельского хозяйства 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|

сопоставимых ценах по сравнению с 2012 г. выросло более чем на 11%. Отставание темпов роста ВВП сельского хозяйства происходит главным образом по причине нарушения равновесия цен. Для производства сельскохозяйственной и пищевой продукции используется около 200 млн. га земли. В сельском хозяйстве занято около 8 млн. человек, а в пищевой промышленности - 1,4 млн.[37].

Производство сельскохозяйственной продукции (сырья) и продовольствия- многоотраслевая, сложная система, состояние и развитие которой зависят от комплексного воздействия различных факторов внешнего и внутреннего характера, в том числе с участием государства. Принимаемые им оперативные меры наиболее действенны, когда они направлены на поддержание доходности АПК, расширение сбыта отечественной продукции на внутреннем рынке и обеспечение условий для нормальной конкуренции отечественных товаропроизводителей с внешним рынком В настоящее время российский АПК не в полном объеме выполняет свою основную функцию - обеспечение населения страны достаточным и полноценным питанием, особенно в части мясомолочной продукции. На достижение этой цели направлена аграрная политика государства[38].

Ее реализация включает следующие механизмы развития зерновой отрасли:

-совершенствование системы селекции и семеноводства, расширение доступности семян высшего качества для большинства товаропроизводителей[39];

-постепенная переориентация сбыта минеральных удобрений на внутренний рынок, стимулирование производства и использования

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

средств защиты растений[40];

-расширение до повсеместного применения новых энергосберегающих технологий, повышение технической оснащенности производства зерна на базе качественно новых технических средств и машинных систем[41];

-применение эффективных схем долгосрочного и краткосрочного кредитования производительных сил АПК[42];

-развитие финансово-кредитной системы, в наибольшей степени отвечающей специфике ведения зернового хозяйства[43];

-социальное развитие села.

Сельское хозяйство - это совершенно особая сфера производства - наличие земли здесь - основное средство производства. Земля в отличие от других средств производства - не продукт труда человека, ее размеры не могут быть увеличены. При правильном использовании в сельском хозяйстве земля не только не теряет своих качеств, но даже улучшает их, в то время как все другие средства производства постепенно устаревают морально и физически, заменяются другими. Земля, являясь средством производства, выступает и как средство труда, и как предмет труда[44].

Важной особенностью сельскохозяйственного производства является его сезонность. Это ставит сельское хозяйство в зависимость от природных условий, приводит к неравномерному использованию рабочей силы в течение года, неравномерному поступлению продукции и денежных доходов на протяжении года[45].

Особенность сельского хозяйства состоит и в том, что оно носит биологический характер, т.е. в качестве средств производства здесь

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

выступают растения и животные. Центрально-Черноземный район относится к основным сельскохозяйственным районам страны. Удельный вес аграрного сектора в районе в валовом общественном продукте составляет почти 25%. Плодородные почвы, обеспеченное на значительной части района увлажнение, теплый длительный период создают возможности для получения здесь высоких урожаев сельскохозяйственных культур[46].

Основные отрасли сельского хозяйства — растениеводство и животноводство с подотраслями: зерновое хозяйство, кормопроизводство, производство технических культур (льноводство, свекловодство и пр.), садоводство, овощеводство, скотоводство, свиноводство, овцеводство, птицеводство, кролиководство, прудовое рыбоводство, звероводство, пчеловодство и пр. Главным звеном в АПК является сельское хозяйство, отрасли рыночной специализации которого представлены производством зерна, сахарной свеклы, подсолнечника, эфиромасличных культур, молока и мяса [47].

Однако в масштабах страны и даже крупного экономическое района говорить об АПК как едином органическом целом пока преждевременно, ибо на этих иерархических уровнях отсутствуют единые системы управления и финансирования различных звеньев комплекса. Другое дело, когда сельскохозяйственное предприятие и производства по переработке его продукции объединены в единое целое и имеют общую администрацию и общее финансирование, например, акционерное общество, включающее в свой состав сельскохозяйственное предприятие по выращиванию овощей и овощеконсервный завод. Как правило, подобные объединения реализуются на низших территориальных уровнях и занимают весьма ограниченные земельные площади[48].

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

Динамика и темпы развития сельского хозяйства во многом определяются уровнем производства в отраслях промышленности, изготавливающих для него средства производства. Кроме того, развитие сельского хозяйства тесно связано с эффективной деятельностью отраслей и производств, обслуживающих сельскохозяйственные предприятия. Это в первую очередь относится к отраслям и производствам по ремонту техники, строительству сельскохозяйственных объектов, снабжению средствами производства, транспортировке продукции и материалов и др. [49].

Отрасли и предприятия, обеспечивающие заготовку, переработку сельскохозяйственной продукции и доведение ее до потребителей входят в третью сферу агропромышленного комплекса. На них приходится почти 2/5 объема продукции, выпускаемой АПК. Здесь сосредоточены пищевая, в том числе мясная и молочная, рыбная, мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленности. Кроме того, в данную сферу включена частично легкая промышленность по переработке сельскохозяйственного сырья, торговля продовольственными товарами и общественное питание[50].

Отрасли этой сферы агропромышленного комплекса обеспечивают первичную промышленную доработку сельскохозяйственного сырья и доведение его до готовности для реализации населению. Они осуществляют и доставку готовой продукции к местам хранения и реализации. На долю отраслей и предприятий третьей сферы агропромышленного комплекса приходится 38% от общего объема производства продукции, 19% всех производственных фондов и 18% численности рабочих[51].

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 жизни населения страны зависит от состояния и темпов развития агропромышленного комплекса и особенно третьей его сферы – пищевой и перерабатывающей промышленности. При переходе к рынку в продовольственном комплексе нарастали аналогичные кризисные явления, что и во всем народном хозяйстве[52].

Характерные особенности сельскохозяйственного производства объясняют преобладающее влияние природных факторов на размещение и специализацию отраслей сельского хозяйства по сравнению с экономическими и социально-демографическими. Влияние природных факторов сказывается, прежде всего, в том, что сельскохозяйственные культуры для своего возделывания нуждаются в определенных природных условиях. Продолжительность вегетационного периода, требовательность к теплу, свету и, качеству почв у определенных сельскохозяйственных культур различны, отсюда неодинаковы и границы распространения культур и возможности их сочетания внутри отдельных хозяйств[53].

Влияние природных факторов на размещение животноводства проявляется через кормовую базу. Достижения науки и техники позволяют ослабить влияние природных условий, но только до определенных пределов и при наличии других факторов (например, орошение в условиях засушливого земледелия, при наличии тепла и высокого качества почв позволяет расширить ареал распространения сахарной свеклы, зерновых культур и т.д.).[54].

Важнейшими природными факторами размещения и развития агропромышленного комплекса являются следующие: качество почв; продолжительность безморозного периода, сумма активных температур (обеспеченность теплом); суммарная солнечная радиация

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 светом); условия увлажнения, количество осадков; вероятность повторяемости неблагоприятных метеорологических условий (засуха, заморозки, ветровая и водная эрозия); обеспеченность водными ресурсами; топографические условия местности и др. [55].

В большей степени природные факторы влияют на размещение отраслей растениеводства, причем в неодинаковой степени, определяя ареалы их возделывания. Для ряда культур (преимущественно теплолюбивых) эти ареалы чрезвычайно ограничены, например винограда, чая, цитрусовых и др. Для других - гораздо шире (ячменя, яровой пшеницы, картофеля и др.). Наиболее зависимым от природно-климатических условий является пастбищное животноводство (некоторые направления овцеводства, скотоводства; оленеводство, коневодство и др.). На него оказывают влияние такие факторы, как наличие пастбищ, их размеры, состав растительности и продолжительность периода их использования[56].

Для размещения сельского хозяйства также чрезвычайно важны социально-демографические факторы. Население - основной потребитель сельскохозяйственной продукции; существуют региональные особенности структуры потребления данной продукции. На специализацию сельского хозяйства влияет соотношение между городским и сельским населением. Кроме того, население обеспечивает воспроизводство трудовых ресурсов для отрасли. В зависимости от обеспеченности трудовыми ресурсами (с учетом трудовых навыков населения) развивается то или иное производство сельскохозяйственной продукции, характеризующееся неодинаковой трудоемкостью. Наиболее трудоемкими считаются производства овощей, картофеля, сахарной свеклы и других технических культур,

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 отрасли животноводства[57].

Использование специализированных квалифицированных кадров способствует росту производительности труда, уменьшению затрат труда на производство данной продукции. На размещение и специализацию оказывают влияние также интересы местного населения, которые в прошлом недостаточно учитывались. Нередко они существенно ограничивают возможность производства на вывоз многих видов продукции, что раньше определялось плановыми объемами поставок в общесоюзный фонд[58].

Проблемы на селе, прежде всего, связаны с невысокой доходностью сельскохозяйственных товаропроизводителей в условиях сохраняющегося диспаритета цен, низкой производительности и оплаты труда, недостатка финансовых ресурсов для освоения новейших технологий, высокой доли импортной продукции, а также ненадлежащего состояния социальной сферы. Если в 2012 году цены на сельскохозяйственную продукцию выросли на 9,6%, то на промышленную – на 15,7%[59].

Аналогичная ситуация сохранилась и в 2013 году. Так цены на реализованную сельскохозяйственную продукцию по сравнению с 2012 годом увеличились на 10%, а на промышленную – на 21%. Диспаритет цен ещё более углубился. В результате, ежегодно из сельского хозяйства изымается до 80 млрд. руб. Сдерживающим фактором развития отечественного производства является рост объёмов импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия. По данным таможенной статистики, в 2013 году объём импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья для их производства составил21,6 млрд. долл., или вырос по сравнению с 2005

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

годом на 24%[60].

Примерно 60% сельскохозяйственной продукции по импорту поставляется странами ЕС, США и Канадой, где уровень поддержки сельского хозяйства в расчёте на гектар пашни от 20 до 40 раз выше, чем в РФ. По данным Федеральной таможенной службы, за первое полугодие 2007 года в страну импортировано продовольственных товаров на сумму около 10 млрд. долл. Основными потребителями импортного продовольствия являются крупные города[61]. В тоже время, вместе с растущим расслоением по доходам, всё более значительной части российского населения не обеспечен даже весьма скромный уровень потребления продуктов питания. В сложившейся ситуации значительная часть сельскохозяйственных организаций обанкротилась, следствием чего стали сокращение производства продукции, потеря рабочих мест, уход из села квалифицированной рабочей силы, резкое ухудшение демографической ситуации, исчезновение десятков тысяч деревень[62].

С позиции конкурентоспособности сельского хозяйства РФ вопросами первостепенной важности являются, во-первых, макроэкономическая политика государства, во-вторых, состояние ресурсного сектора[63].

С точки зрения макроэкономической политики ключевую роль может играть политика валютного курса. Осуществление политики относительно слабой национальной валюты повышает конкурентоспособность отечественного сельского хозяйства так, что возможные уступки ВТО по импортным тарифам не приведут к росту импорта продовольствия. И наоборот, чрезмерное укрепление рубля может привести к негативным последствиям для отечественных

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

производителей продовольствия даже при установлении относительно высоких импортных тарифов[64].

Однако вопросы бюджетной поддержки сельского хозяйства РФ её регионов после вступления в ВТО приобрели особую актуальность, как с позиции ограничения общего объема, так и с позиции изменения направлений субсидирования. В настоящее время систему государственной поддержки аграрного сектора нужно выстраивать с учетом международных требований[65].

Поскольку сельское хозяйство функционирует в сложных экономических условиях, она должна иметь определенную направленность: усиление инвестиционной активности в технико-технологическое переоснащение хозяйств, увеличение доли средств бюджета всех уровней, выделяемых на реализацию комплексных проектов по модернизации производства. Одновременно следует учитывать, что присоединяющиеся к ВТО страны должны обеспечить свободный доступ на свой рынок сельскохозяйственных и продовольственных товаров, снижая прямую государственную поддержку национальных производителей до установленного уровня и соблюдая международные правила сельскохозяйственных субсидий[66].

В новой государственной программе «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020гг.» состав основных инструментов экономического механизма практически не изменился, но в их направленность и размер внесены важные коррективы. Связано это с ограниченными возможностями федерального бюджета и условиями вступления в ВТО. В связи с чем, особенно значимым станет

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

эффективное использование государственных средств[67].

В системе АПК меняется характер социально-экономических отношении, выдвигая на первый план развитие частных форм хозяйствования и агробизнеса, основанного на предпринимательской деятельности всех хозяйствующих субъектов. Агробизнес предопределяет развитие производства, сфер переработки, хранения, транспортировки и доведения до конечного потребителя сельскохозяйственной продукции[68]. Агробизнес является основным структурообразующим фактором АПК, поддерживает высоко конкурентный характер экономических отношений в условиях рынка. Развитие агробизнеса затрагивает интересы обеспечения продовольственной безопасности страны и социального благополучия ее граждан[69].

Рыночные реформы сельского хозяйства российской экономики не обеспечили необходимые институциональные изменения и модернизацию производительных сил, адекватные современной модели национального сельского хозяйства, что во многом обусловлено недооценкой роли агробизнеса как специфической формы координации развития АПК[70]. Развитие агробизнеса должно служить плацдармом для таких процессов как развитие экономики в целом, разных форм собственности, совершенствование агропродовольственной политики, укрепление позиций АПК РФ на мировых рынках[71].

Государственное регулирование в АПК предполагает осуществление его преимущественно экономическими методами и включает защиту отечественного продовольственного рынка от импорта, а также аграрного сектора от высокомонополизированных отраслей, производящих средства производства для сельского хозяйства и закупающих его продукцию; сохранение и совершенствование функции государства

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 качестве заказчика и инвестора применительно к условиям переходного периода; содействие развитию рыночной инфраструктуры; поддержание государственного сектора АПК; развитие социальной сферы села; развитие аграрной науки и подготовка кадров для сельского хозяйства[72].

При этом должны быть приняты во внимание специфические особенности аграрного сектора—сезонность производства, медленный оборот капитала, повышенный производственный риск, связанный с подверженностью стихийным силам природы, с тем, что значительная часть сельскохозяйственных угодий РФ находится в зоне рискованного земледелия[73].

Активное воздействие на развитие АПК экономическими методами государство может осуществлять через кредитное и налоговое регулирование, бюджетное финансирование, регулирование условий и уровня оплаты труда, социальное развитие, через государственные программы, госзаказы, эффективную таможенную политику и т.д.[74].

Агропромышленный комплекс (АПК) – целостная производственно-экономическая система, возникшая на основе общественного разделения труда, которая определяет состояние всего народного потенциала[75]. Одним из главных условий динамичного развития АПК является пропорциональность, сбалансированность всех трех сфер: отрасли промышленности, обеспечивающие АПК средствами производства, сельское хозяйство, предприятия, обеспечивающие заготовку, переработку сельскохозяйственного сырья, а также реализацию конечного продукта. В АПК воспроизводство сельскохозяйственной и промышленной продукции опосредствуется сложными взаимоотношениями[76].

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, можно сделать вывод, что в комплексе мероприятий по улучшению обеспечения сельскохозяйственных предприятий и АПК в целом промышленной продукцией важное значение имеет не только создание системы оптовых рынков материально-технологических ресурсов, а также рынков разнообразных услуг, видов работ в области снабжения, но и последовательная политика государства в области сельского хозяйства, необходим научно-обоснованный подход к перспективам развития сельского хозяйства с учетом конкретных климатических условий, а также совершенствование системы кредитования сельхозпредприятий, регулирование условий и уровня оплаты труда, социальное развитие, через государственные программы, госзаказы[77].

Библиографический список

1. Инновационный менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2018

2. Менеджмент Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

3. Аналитический инструментарий стратегического менеджмента. Филатов В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Фадеев А.С. и др., Издательство: ЗАО "Университетская книга", Курск, 2017

4. Управленческое консультирование: менеджмент-консалтинг. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Дорофеев А.Ю., Долгова В.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Положенцева И.В., Лочан С.А., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Курск, 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|

5. Менеджмент традиционные и современные модели. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Долгова В.Н., Дорофеев А.Ю., Женжебир В.Н., Кобиашвили Н.А., Князев В.В., Лочан С.А., Медведев В.М., Минайченкова Е.И., Мухина Т.Н., Петросян Д.С., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Шестов А.В. Справочник / Москва, 2017

6. Филатов В.В. Методология формирования и регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы. Монография / Москва, 2016.

7. Методология управления экономической интеграцией и концентрацией на примере организации вертикально - интегрированного холдинга. Филатов В.В., Алексеев А.Е., Диброва Ж.Н., Денисов М.А., Трифонов Р.Н., Медведев В.М., Фадеев А.С., Князев В.В., Женжебир В.Н., Пшава Т.С., Галицкий Ю.А., Борисова Т.А., Подлесная Л.В., Шестов А.В. Курск, 2016.

8. Филатов В.В. Методологические модели формирования и регулирования рынка инноваций отраслевой экономической системы пищевой промышленности. Монография / Москва, 2016.

9. Методология ценообразования инновационных проектов и научно- исследовательских работ, выполняемых по госзаказу органов исполнительной власти. Алексеев А.Е., Галицкий Ю.А., Женжебир В.Н., Дорофеев А.Ю., Денисов М.А., Маёрина Е.С., Положенцева И.В., Фадеев А.С. Коллективная монография / Москва, 2016.

10. Совершенствование стратегического управления предприятия на основе ситуационного анализа и сбалансированной системы показателей. Филатов В.В., Диброва Ж.Н., Медведев В.М., Женжебир В.Н., Князев В.В., Кобулов Б.А., Паластина И.П., Положенцева И.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|

Кобиашвили Н.А., Фадеев А.С., Шестов А.В. Коллективная монография / Москва, 2015.

11. Управление хозяйственными связями предприятия с поставщиками и потребителями. Филатов В.В., Медведев В.М., Князев В.В., Фадеев А.С., Женжебир В.Н., Галицкий Ю.А., Кобулов Б.А., Колосова Г.М., Шестов А.В., Подлесная Л.В. Москва, 2015.

12. Научно-техническое развитие как инновационный фактор экономического роста. Ашалян Л.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Медведев В.М., Паластина И.П., Положенцева И.В., Пшава Т.С., Фадеев А.С., Филатов В.В., Филатов А.В.Коллективная монография / Москва, 2014.

13. Роль международных платежных систем в экономике России. Филатов В.В., Трифонов Р.Н., Положенцева И.В., Князев В.В., Кобулов Б.А., Шестов А.В. Коллективная монография. / Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. Москва, 2014.

14. Региональные аспекты управления ипотечными кредитными рынками в субъектах РФ и муниципальных образованиях. Филатов В.В., Князев В.В., Кобулов Б.А., Колосова Г.М., Шестов А.В. Москва, 2014.

15. Управление лицензионной деятельностью: вопросы теории и практики. Ашалян Л.Н., Дадугин М.В., Диброва Ж.Н., Женжебир В.Н., Колосова Г.М., Пшава Т.С., Филатов В.В., Филатов А.В. Москва, 2013.

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

16. Филатов В.В., Шестов А.В. Современные тенденции развития отраслей легкой промышленности: региональный, стратегический, инновационный аспект. Москва, 2013.

17. Филатов В.В. Концептуальные вопросы активизации инновационной деятельности в Российской Федерации. Москва, 2013.

18. Проблемы фирмирования инновационной экономики. Баранников А.А., Бузу О.В., Гусар С.А., Дорофеев А.Ю., Михайлушкин П.В., Ноздрин В.В., Сафаргалиев М.Ф., Соколов С.Н., Филатов В.В., Чабанюк О.В., Черкасов М.Н., Чернов С.С. Под общей редакцией С.С. Чернова. Новосибирск, 2012.

19. Филатов В.В. Управление инновационными рисками. Учебно-методический комплекс дисциплины. Направление подготовки магистров: 080200.68 – "Общий и стратегический менеджмент" / Курск, 2012.

20. Инновационный менеджмент. Филатов В.В., Кобулов Б.А., Положенцева И.В. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2011.

21. Филатов В.В. Управление государственной инновационной политикой РФ с учетом влияния глобализации на структурную экономику России на современном этапе. Монография; М-во образования и науки РФ, ФБГОУ ВПО "Московский гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского", Ин-т "Менеджмента", Каф. "Менеджмента". Москва, 2011.

22. Филатов В.В. Региональные аспекты управления инновационной деятельностью хозяйствующих субъектов СНГ в условиях экономической нестабильности. Монография; М-во образования и науки

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

РФ, ГОУ ВПО "Московский гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского", Ин-т "Экономики и бизнеса", Каф. "Менеджмента". Москва, 2010.

23. Государственное и муниципальное управление. Филатов В.В., Долгова В.Н., Деева В.А., Князев В.В., Бачурин А.П., Медведева Т.Ю., Паластина И.П., Положенцева И.В., Женжебир В.Н. Учебное пособие с тестовыми заданиями, с грифом УМО / Москва, 2010.

24. Филатов В.В. Управление венчурным капиталом, инновационным предпринимательством и трансфером инновационных технологий в региональных экономических системах РФ. Монография; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Московский гос. ун-т технологий и упр. (МГУТУ), Ин-т "Экономика, бизнеса и права", Каф. "менеджмента". Москва, 2009.

25. Филатов В.В. Управление инновационной деятельностью хозяйствующих субъектов РФ, инновационными инфраструктурами и экономическим развитием региональных систем. Монография; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Московский гос. ун-т технологий и упр. (МГУТУ), Ин-т "Экономики, бизнеса и права", Каф. "Менеджмента". Москва, 2008.

26. Теоретические основы проектирования систем менеджмента производственных предприятий в условиях экономической нестабильности. Филатов В.В., Дорофеев А.Ю., Деева В.А., Князев В.В., Кобулов Б.А., Кобиашвили Н.А., Мухина Т.Н., Паластина И.П., Руденко О.Е., Осинская Т.В. Москва, 2008.

27. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Аварский Н.Д. Производство, переработка, и хранение сельскохозяйственной продукции, сырья 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|

продовольствия»: цели и задачи, основные приоритеты развития. Пищевая промышленность. 2017. № 1. С. 8-12.

28. Механизмы повышения эффективности отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности Центрального федерального округа. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Атюкова О.К., Никифоров-Никишин А.Л., Иванов С.А., Язев Г.В., Никитин И.А., Валентинова Н.И., Могильный М.П., Смирнов В.Г., Славянский А.А., Битус Е.И., Грубый В.А., Пизенгольц В.М., Сауренко Т.Н. Москва, 2016.

29. Новые ориентиры государственной политики по повышению конкурентоспособности АПК России. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Джабаев Ю.А. Пищевая промышленность. 2016. № 10. С. 8-11.

30. Конкурентоспособные отечественные технологии в реализации научно-технической политики развития АПК России. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Джабаев Ю.А. Пищевая промышленность. 2016. № 11. С. 11-16.

31. Рост сельскохозяйственного производства как фактор устойчивого развития пищевой промышленности и продовольственного рынка России. Иванова В.И., Серёгин С.Н., Новосельцева А.В. Пищевая промышленность. 2016. № 2. С. 8-11.

32. Основные направления реализации стратегии национальной безопасности в сфере продовольственной независимости России. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Новосельцева А.В. Пищевая промышленность. 2016. № 4. С. 40-43.

33. Повышение качества пищевой продукции - ключевой приоритет реализации государственной политики Российской Федерации в области здорового питания. Иванова В.Н., Серегин С.Н. Пищевая промышленность. 2016. № 5. С. 8-14.

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

34. Стимулирование экспорта агропродовольственной продукции - ключ к экономическому росту российского АПК. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Геращенко И.В. Пищевая промышленность. 2016. № 6. С. 28-33

35. The development of specialized storage facilities close to the producer as a prerequisite for the effective operation of a national network of wholesale distribution centers of agricultural products. Ivanova V.N., Grubyj V.A., Pizengolts V.M., Saurenko T.N. Экономика и предпринимательство. 2016. № 12-1 (77-1). С. 1049-1051

36. Инновационные технологии для развития пищевой и перерабатывающей промышленности. Аксенова Л.М., Андреев Н.Р., Белозеров Г.А., Горлов И.Ф., Егорова М.И., Иванова В.Н., Косован А.П., Лисицын А.Н., Лисицын А.Б., Мелешкина Е.П., Мокшанцева И.В., Никифорова Т.А., Оганесянц Л.А., Петров А.Н., Поляков В.А., Свириденко Ю.Я., Симоненко С.В., Харитонов Д.В. МГУТУ имени К. Г.Разумовского (ПКУ). Москва, 2015.

37. Реализация агропродовольственной политики ЕАЭС - платформа для решения продовольственной безопасности. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Байгот М.С. Пищевая промышленность. 2015. № 10. С. 8-11.

38. Агропромышленный комплекс ЦФО: проблемы экономического роста. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Гринько В.С. Пищевая промышленность. 2015. № 5. С. 8-13.

39. Антироссийские санкции и импортозамещение: новые возможности роста производства продукции АПК России. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Гринько В.С. Пищевая промышленность. 2015. № 7. С. 8-14.

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

40. Новые возможности решения продовольственной проблемы в условиях евразийской интеграции. Иванова В.Н., Серегин С.Н. Сахар. 2015. № 1. С. 14-20.

41. Зоны свободной торговли - основной вектор расширения внешней торговли ЕАЭС. Иванова В.Н., Серёгин С.Н. Сахар. 2015. № 12. С. 15-19.

42. Рост производства продукции АПК и ценовая конъюнктура на продовольственном рынке: в поисках компромисса. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Семин Д.В. Сахар. 2015. № 4. С. 26-34.

43. Новые возможности роста производства продукции АПК России в условиях санкций. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Гринько В.С. Сахар. 2015. № 7. С. 13-20.

44. Формирование современной инфраструктуры агропродовольственного рынка: проблемы выбора направлений развития. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Семин Д.В. Сахар. 2015. № 9. С. 15-22.

45. Евразийская интеграция: новый формат взаимодействия для решения проблемы продовольственного обеспечения. Иванова В.Н., Серёгин С.Н. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 3. С. 5-11.

46. Развитие инфраструктуры агропродовольственного рынка. Иванова В.Н., Серёгин С.Н. Переработка молока. 2015. № 11 (194). С. 40-42

47. Малое предпринимательство в системе инфраструктуры агропродовольственного рынка. Иванова В.Н., Серёгин С.Н. Мясные технологии. 2015. № 10 (154). С. 78-80.

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

48. Малое предпринимательство в системе инфраструктуры агропродовольственного рынка. Иванова В.Н., Серёгин С.Н. Мясные технологии. 2015. № 9 (153). С. 68-73.

49. Иванова В.Н. Антироссийские санкции и импортозамещение: новые возможности роста производства продукции АПК России. Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 5-10.

50. Партнерство субъектов АПК и сферы образования. инновации в управлении. Иванова В.Н., Девяткина Т.В. Москва, 2014.

51. Риски в АПК. Факторы непроизводственной инфраструктуры. Иванова В.Н., Беглова Н.В. Москва, 2014

52. Пищевая промышленность России: проблемы развития. Иванова В.Н., Гончаров В.Д. Пищевая промышленность. 2014. № 10. С. 20.

53. Инновации: потенциал экономического роста для импортозамещения на рынке продовольствия. Иванова В.Н., Серегин С.Н. Пищевая промышленность. 2014. № 11. С. 12-16.

54. Реструктуризация продовольственного комплекса. Иванова В., Гончаров В. Экономист. 2014. № 3. С. 52.

55. Повышать эффективность использования энергетических ресурсов в АПК России. Иванова В.Н., Гончаров В.Д. АПК: Экономика, управление. 2012. № 7. С. 24-29.

56. Основные пути и методы снижения рисков в АПК. Иванова В.Н., Гончаров В.Д. Экономика и управление. 2012. № 11. С. 55.

57. Основные пути и методы снижения рисков в АПК. Иванова В.Н., Гончаров В.Д. Экономические науки. 2012. № 96. С. 55-59.

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

58. Методические подходы к оценке экономических рисков в АПК. Иванова В.Н., Гончаров В.Д. Вопросы экономики и права. 2012. № 46. С. 95-99.

59. Формирование рациональной структуры трудовых ресурсов в АПК России. Иванова В.Н., Гончаров В.Д. Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2012. № 4. С. 20.

60. Язев Г.В. Совершенствование государственной поддержки развития производственной структуры АПК РФ. Монография. Москва, 2017. С.192

61. Инновационное развитие рыбной промышленности Орловской области. Язев Г.В., Зайнутдинов И.А. В сборнике: Инновационное развитие АПК Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. 2017. С. 31-39.

62. Векторы повышения продуктивности молочной отрасли в Орловской области. Язев Г.В., Здир О.В. В сборнике: Инновационное развитие АПК Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. 2017. С. 40-51.

63. Язев Г.В. Направления совершенствования государственной поддержки мясной промышленности России. Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2017. № 1. С. 136-140.

64. Язев Г.В. Тенденции развития производства рыбы и продуктов переработки в региональных комплексах. Международные научные исследования. 2017. № 2 (31). С. 273-278.

65. Язев Г.В. Государственная поддержка зерновой отрасли АПК РФ: ключевые проблемы и возможности адаптации зарубежного

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

опыта. В сборнике: Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 114-117.

66. Язев Г.В. Возможности оптимизации производственной структуры рыбной отрасли АПК РФ. В сборнике: Материалы и методы инновационных исследований и разработок. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 197-202.

67. Язев Г.В. Ориентиры совершенствования государственной поддержки мясной отрасли АПК РФ. В сборнике: Проблемы внедрения результатов инновационных разработок. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 278-282.

68. Язев Г.В. Возможности адаптации зарубежного опыта для оптимизации развития молочной отрасли АПК РФ. В сборнике: Наука и инновации в современных условиях. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 91-95.

69. Язев Г.В. возможности оптимизации производственной структуры рыбной отрасли АПК РФ. Экономические науки. 2016. № 134. С. 105-108.

70. Язев Г.В. Российская сахарная отрасль: проблемы и перспективы развития. Экономические науки. 2016. № 137. С. 82-85.

71. Язев Г.В. Проблемы обеспечения экспорта масличных культур в современном российском АПК. Экономические науки. 2016. № 143. С. 43-45.

72. Язев Г.В. Ориентиры совершенствования государственной поддержки мясной отрасли АПК РФ. Экономические науки. 2015. № 133. С. 65-68.

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

73. Язев Г.В. Государственная поддержка зерновой отрасли АПК РФ: ключевые проблемы и возможности адаптации зарубежного опыта. Вопросы экономики и права. 2015. № 89. С. 145-150.

74. Язев Г.В. Возможности адаптации зарубежного опыта для оптимизации развития молочной отрасли АПК РФ. Вопросы экономики и права. 2015. № 90. С. 99-102.

75. Воронина М.В., Филатов В.В Управления рынком инновационных технологий в АПК. Качество. Инновации. Образование, 2013, №6, С.71-76

76. Воронина М.В., Филатов В.В Экономическое регулирование инновационно- инвестиционных процессов в АПК. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2014. № 2. С. 81-91.

77. Филатов В.В., Воронина М.В. Анализ современных тенденций, способствующих реализации инновационной модели развития АПК. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2014. № 1. С. 67-73.

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 2. МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 004.94
УДК 669

Заварцев Н.А., Гафаров М.Ф., Сагидуллин Р.З. Обзор механизмов окисления металлов и влияния аллотропии и температуры на кинетику окисления

Overview of the mechanisms of oxidation of metals and the effect of allotropy and temperature on the kinetics of oxidation

Заварцев Никита Андреевич
Студент НИУ Южно-Уральский государственный университет, город Челябинск
Гафаров Максим Фаизович
Студент НИУ Южно-Уральский государственный университет, город Челябинск
Сагидуллин Радмир Зуфарович
Студент НИУ Южно-Уральский государственный университет, город Челябинск
Научный руководитель: **Тепляков Юрий Николаевич,**
Кандидат технических наук, доцент ФГАОУ ВО Южно-Уральский государственный университет, Челябинск
Zavarcev Nikita Andreevich
Student, NIU South Ural State University, Chelyabinsk
Gafarov Maxim Faizovich
Student, NIU South Ural State University, Chelyabinsk
Sagidullin Radmir Zufarovich
Student, NIU South Ural State University, Chelyabinsk
Scientific adviser: **Teplyakov Yuriy Nikolaevich,**
Candidate of Technical Sciences, FGAOU VO South Ural State University, Chelyabinsk

Аннотация. В статье описаны основные механизмы окисления металлов и их взаимодействия с газами, рассмотрено влияние температуры на скорость роста окалины и толщину образующегося оксидного слоя.

Ключевые слова: Кинетика окисления, полиморфизм металлов, рост окисных пленок, зависимость скорости роста пленок и толщины оксидного слоя от температуры.

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 gives an overview of main mechanisms of oxidation of metals and their interaction with gases are described, the effect of temperature on the rate of scale growth and the thickness of the oxide layer.

Keywords: oxidation kinetics, polymorphism of metals, growth of oxide films, the dependence of the growth rate of films and the thickness of the oxide layer on the temperature.

1. Полиморфизм.

1.1 Общие сведения о полиморфизме(аллотропии).

Многие металлы и сплавы могут кристаллизоваться в нескольких модификациях, переходящих одна в другую. Переход происходит без изменения материалом агрегатного состояния. Эта получила название полиморфизма.

Аллотропия, или полиморфизм - это способность металлов в твердом состоянии иметь различное кристаллическое строение и свойства при различных температурах. Процесс перехода из одной кристаллической формы в другую называется полиморфным превращением. Аллотропические формы обозначают начальными буквами греческого алфавита: альфа α, бета β, гамма γ и т. д., начиная с той формы, которая существует при более низкой температуре [1].

Каждая полиморфная модификация отличается одна от другой кристаллическим строением, микроструктурой, механическими и физическими свойствами.

Явление полиморфизма металлов впервые было установлено при изучении железа. Согласно А.С.Завьялову, открытие полиморфных превращений принадлежит Д.К.Чернову, который впервые установил для стали «критические» точки: нагрев выше которых сопровождался резким изменением свойств стали [2].

Во время полиморфного превращения выделяется скрытая теплота кристаллизации; на кривой охлаждения полиморфный переход

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

выглядит как горизонтальный участок. Полиморфизмом обладают многие металлы, например железо, титан и др.

1.2 Полиморфизм сталей.

Железо, как и любой металл, имеет кристаллическое строение, то есть атомы расположены в пространстве в определенном порядке. При этом можно выделить группу атомов, которые при мысленном копировании и перенесении могут образовать этот порядок, иными словами, можно выделить элементарную ячейку кристаллической решетки. Кристаллическая решетка — это упорядоченное расположение атомов в твердом теле, характеризующееся периодической повторяемостью в трех измерениях [5].

При различных условиях (различных температуре и давлении) железо (Fe) имеет разную кристаллическую решетку. Для чистого Fe, например, при нормальном атмосферном давлении справедливо следующее: ниже 911°C Fe имеет объемоцентрированную кубическую решетку (ОЦК), при 911—1392 °C– гранецентрированную кубическую решетку (ГЦК), выше 1392 °C – опять ОЦК. Выше 1539 Fe плавится, и понятно, что никакой решетки нет.

А почему это происходит? С чего вдруг в одних условиях у железа один порядок атомов, а в иных – другой. А потому, что в природе все самопроизвольно протекающие процессы протекают в том направлении, которое в новых условиях будет обладать меньшим запасом энергии. С повышением температуры возрастает энтропия системы и ослабевают межатомные связи, что и оказывает влияние на энергетический баланс системы. При достижении определенной температуры(критической точки), происходит преодолевание энергетического

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

барьера, энергетический баланс меняется, соответственно происходит перестроение кристаллической решетки. При нормальном атмосферном давлении при температуре 1392—1539°С энергетически выгодным является состояние с ОЦК. С 911 до 1392 – более выгодно ГЦК.

Уменьшение силы связей в структуре означает ослабление взаимодействия между соседними атомами. Это может относиться как к самым ближайшим, так и к более удаленным атомам. Поэтому полиморфные превращения можно классифицировать в соответствии с характером изменения связей. Поскольку энергетический барьер, препятствующий переходу и определяющий его скорость, зависит от связей, которые должны быть разорваны в процессе перехода, для каждого класса характерна своя скорость превращения. Если принять во внимание типы структурных барьеров, можно классифицировать полиморфные переходы следующим образом:

I. Превращения с изменением первой координационной сферы
   a. Деформационные(растяжение)
   b. Реконструктивные(перестройка)
II. Превращения с изменением второй координационной сферы
   a. Реконструктивные(перестройка)
   b. Со смещением
III. Превращения с Разупорядочением
   c. С вращением
   d. С замещением
IV. Превращения с изменением типа связи

2. Механизм взаимодействия металлов с газами.

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

2.1 Общие сведения о механизме.

При взаимодействии металлов с газообразным кислородом или кислородсодержащими тазами на поверхности возникает оксидный слой — окалина. Если металл образует с кислородом несколько соединений, окалина может иметь сложное строение, и, как показано многими работами, в особенности работами В. И. Архарова, распределение слоев обычно согласуется с диаграммой состояния системы металл — кислород. В окалине фиксируются ее фазовые особенности и равновесные условия с газовой фазой, искаженные кинетическими условиями процесса окисления. Окалина, образующаяся на железе, включает в себя наружный слой гематита и внутренние слои магнетита и вюстита, если температура больше 570°С.

После возникновения окисной пленки дальнейший процесс окисления осуществляется путем диффузии ионов и электронов через эту пленку, причем электроны перемещаются путем замещения электронных дырок, ионы —путем замещения ионных вакансий. Согласно ионно-электронной теории окисления скорость процесса при достаточной толщине оксидного слоя определяется разностью химических потенциалов на межфазных границах, т. е. свободной энергией реакции окисления и подвижностью ионов и электронов в слое окалины [3].

Взаимодействие металлов с газами в широком понимании этого термина включает в себя несколько групп физико-химических явлений, каждая из которых обладает своей в такой мере, что может быть предметом самостоятельного рассмотрения. Поэтому мы выделим из широкого круга явлений этого рода более определенную область. Мы будем

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 рассматривать явления, происходящие в зоне контакта двух макроскопически протяженных сред: твердого тела и газа, химически активного по отношению к веществу этого тела.

Говоря о химической активности, мы предполагаем возможность химической реакции с образованием твердых продуктов реакции. Эти продукты образуют вдоль всей поверхности раздела исходных сред (твердой и газовой) зону, которая в различных случаях может быть однослойной или многослойной, однофазной или многофазной в зависимости от состава компонентов. Мы будем называть такую зону для краткости окалиной.

2.2 Реакционная диффузия.

Когда происходит образование сплошной пленки окалины в начальной стадии взаимодействия исходных сред, сразу же прерывается контакт между ними, и дальнейшее развитие процесса возможно только при наличии диффузии сквозь окалину; при этом происходит утолщение пленки окалины. По такой схеме идут многие практически важные процессы: большинство процессов газовой коррозии и химико-термической обработки металлов, металлургические процессы восстановления руд до металла. Явлениям такого рода можно дать общее наименование реакционной диффузии.

Основными элементами процесса реакционной диффузии являются: а) переходы атомов компонентов через границы раздела фаз (сюда относятся внешняя поверхность окалины, граница между ее фазоворазличными слоями, зона раздела окалины с металлом)

б) движение этих атомов через каждый однофазный слой под действием постоянно поддерживающегося градиента концентрации.

Переходы атомов через границы фаз являются диффузионными

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

актами, локально сопряженными с качественными изменениями межатомных взаимодействий; иначе говоря, эти переходы являются актами твердофазной химической реакции.

Промежуточным этапом перехода атомов через границу является состояние адсорбции на граничной поверхности или в граничной зоне.

Движение атомов через однофазный слой продукта реакции — это процесс диффузии, связанной в той или иной мере с делокализацией химической реакции. Последняя в основном локализована в пограничной зоне каждого слоя продуктов реакции.

2.3 Адсорбция.

Начальной стадией взаимодействия металла с газом является внешняя адсорбция. Свободно движущиеся газовые молекулы попадая в сферу действия атомов внешней грани кристалла, задерживаются переодическим силовым полем последних, так что атомы, составляющие газовую молекулу, располагаются в кристаллографически предопределенном порядке, образуя квазидвумерный слой, непосредственно прилегающий к наружной кристаллической грани металла. Межатомные взаимодействия в свободной молекуле преодолеваются вновь возникающими связями атомов газовой молекулы с атомами металла, чем обуславливается возможность автономного поведения атомов газового компонента в слое адсорбции.

Адсорбция может происходить не только на внешней поверхности твердого тела(металла или окалины), но также и на границах фазоворазличных слоев окалины. Здесь сочленение разнотипных кристаллических решеток порождает, т.е. локализует избыточную энергию, 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|

добную поверхностной энергии на границе твердого тела с внешней газовой средой. Поэтому возможны явления внутренней адсорбции, определяющие величину градиента концентрации в зонах на границе слоев.

2.4 Механизм образования первичных окисных пленок на металлах.

Хорошо известно, что на поверхности металла всегда имеется тонкая пленка окисла, которая в ряде случаев достаточно надежно защищает его при комнатных условиях от дальнейшего воздействия воздуха. Толщина этих окисных пленок, если они образуются при комнатной температуре, обычно не превышает 20—100 А.

При объяснении механизма образования и роста тонких окисных пленок на металлах обычно используются представления теории Мотта и Кабрера.

При элементарном акте взаимодействия молекулы газа с поверхностью металла вся теплота реакции выделяется в ничтожно малом объеме, что приводит к локальному повышению температуры. Следующая молекула таза, попадая в зону локального перегрева, вступает в реакцию с большей вероятностью, чем на холодных участках. Это приводит к дополнительному выделению тепла и дальнейшему повышению температуры поверхности.

Температура поверхности будет повышаться до наступления равновесия между поступлением тепла за счет реакции и отводом тепла за счет теплопроводности металла.

После вступления в реакцию поверхностных атомов металла механизм реакции изменяется, и основную роль приобретают диффузионные процессы в образующейся пленке продуктов реакции. Так 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|

энергия активации диффузионных процессов в несколько раз выше, чем непосредственного взаимодействия металл — газ, а скорость реакции даже при постоянной температуре обратно пропорциональна толщине образующейся пленки, то скорость всего процесса резко замедлится. Это приведет к уменьшению притока тепла за счет реакции, а следовательно, к резкому уменьшению температуры перегрева поверхности и, соответственно, к дополнительному снижению скорости всего процесса.

При некоторой критической толщине пленки продуктов реакции процесс практически полностью останавливается. Толщина образующейся при этом пленки может значительно превышать толщину монослоя хемосорбированного газа. Она будет определяться такими факторами, как теплота реакции, теплоемкость (металла и пленки), теплопроводность (металла и пленки), температура и давление газа.

3. Кинетика окисления металлов.

3.1 Общие сведения.

Не смотря на то, что термодинамика позволяет выяснить отличия изучаемого состояния системы от равновесного, все же в большинстве случаев не дает ответа на важный вопрос: с какой скоростью будет протекать коррозионный процесс? Рассмотрением этого вопроса, установлением влияния разных факторов на скорость окисления и характер коррозионного разрушения занимается кинетика коррозионных процессов, а применительно к химической коррозии — кинетика химической коррозии металлов.

Скорость химической коррозии металлов определяют количественно, наблюдая во времени любую подходящую для этих целей величину: глубину проникновения коррозионного разрушения, толщину

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

образующейся на металле окисной пленки, изменение массы образца или объема газа окислителя, отнесенные к единице поверхности образца, изменение механических свойств образца или его электрического сопротивления, выраженные в процентах, и т. д.

3.2 Первый этап окисления металлов.

Два вещества кристаллического строения, одно из которых образуется на поверхности второго, могут находиться в состоянии взаимной ориентации их кристаллических решеток. Такие ориентированные состояния называют эпитаксиями, их можно наблюдать при возникновении осадков на поверхности твердого материала, при их кристаллизации из жидкой или газообразной фазы при электролитическом осаждении металлов. Новая фаза во многих случаях вырастает на подслое, наследуя его кристаллографическую структуру.

Такая ориентация может быть и при хемосорбции окислителя с образованием соединения на поверхности образца, когда реакция идет с достаточно низкой скоростью, что образующееся соединение может ориентироваться в соответствии с кристаллической решеткой подложки. Это облегчает протекание окисления на первых его стадиях. Данное упорядочение структуры происходит с изменением параметра решетки образующегося соединения.

Самый верхний слой металла с совершенно чистой поверхностью состоит из электронов, очень слабо связанных с соответствующими атомами металла. Из-за большого сродства молекулы кислорода к электрону первый акт адсорбции такой молекулы благородным металлом (например, Au или Pt) состоит в захватывании электрона молекулой, т. е. она переходит в молекулярный ион O_2^- с соответствующим

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

образованием положительного иона металла на поверхности. Между обоими ионами возникает химическая связь, но одновременно из-за отрицательного заряда молекулярного иона его отталкивают отрицательные заряды поверхности с соответствующей ориентировкой этого иона. Следующий этап - это в перераспределение зарядов и масс на поверхности, при этом молекулярный ион кислорода оказывается симметрично окружен положительными ионами металла, возникшими в результате взаимодействия с другими кислородными молекулами [4]. После того как такой поверхностный смешанный слой образовался, может происходить новая адсорбция молекул кислорода, новое перераспределение зарядов и масс. При завершении образования окисной (в данном случае перекисной) пленки имеет место и обратимая адсорбция кислородных молекул, способных улетучиваться в вакууме.

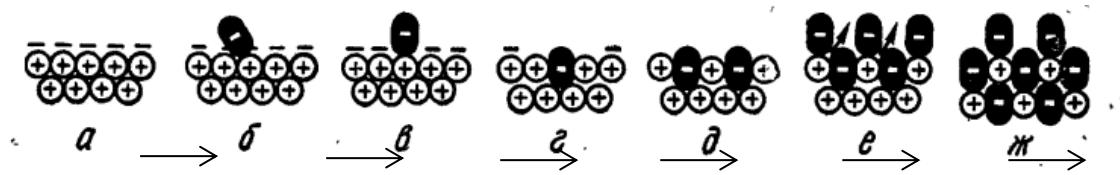


Рисунок 1. Схема образования первичной оксидной пленки.

У неблагородных металлов, где после абсорбции происходит также и разрыв молекулы кислорода, механизм образования оксидного слоя сложнее, но и тут из-за больших размеров атомного кислородного иона правильная ориентировка кислородных слоев с плотнейшей упаковкой параллельно поверхности металла должна сохраняться.

Наличие первого кислородного слоя провоцирует движение атомов окисляемого металлического материала наружу, появление следующего кислородного слоя - дальнейшее движение и т.д.

На идеально чистой поверхности образца образование первич-

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

ного окисного слоя идет с очень большой скоростью, и поэтому поверхность металла не бывает чистой. Внешняя часть кислородного слоя адсорбирована обратимо, а внутренняя, обогащенная катионами металла - химически. Внешняя часть слоя заряжена отрицательно, а пограничный с металлом слой – положительно. Такая пленка является исходной для ряда теорий, которые количественно описывают рост тонких защитных пленок на металлах в результате перемещения электронов и катионов наружу.

3.3 Рост пористой пленки.

Процесс роста пористой пленки состоит из нескольких стадий, протекающих последовательно:

а) Перенос окислителя к поверхности раздела металл-газ;

б) адсорбции окислителя на поверхности металла

$$\mathrm{Me(т)} + \mathrm{O_2(г)} = \frac{\mathrm{Me(т)}}{\mathrm{2O(адс)}}$$

в) Реакции образования окисла

$$\mathrm{mMe(т)} + \frac{\mathrm{mn}}{2}\mathrm{O(адс)} = \mathrm{mMe^{n+}} + \frac{\mathrm{mn}}{2}\mathrm{O^{2-}} = \mathrm{Me_m O_{\frac{mn}{2}}(т)}$$

Если образовавшийся окисел при данной температуре летуч и частично или полностью возгоняется, то имеет место еще одна стадия – отвод продуктов коррозии из реакционной зоны.

Пленки, которые не образуют сплошной и плотный слой, не являются защитными, так как окислитель может сравнительно свободно проникать через них к поверхности материала, адсорбироваться на нем и вступать с ним в химическую реакцию, которая является наиболее заторможенной стадией процесса.

Если в течении некоторого времени при постоянной температуре

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 давлении отмечать изменение массы образца и отмечать полученные точки на графике, а затем соединить их прямой линией, то используя линейный закон роста пленки можно узнать толщину пленки(рис.2):

$h = k_1\tau$ – линейный закон роста пленки

где, k_1 – tgα, τ – время, α – угол наклона полученной прямой линии к оси OX;

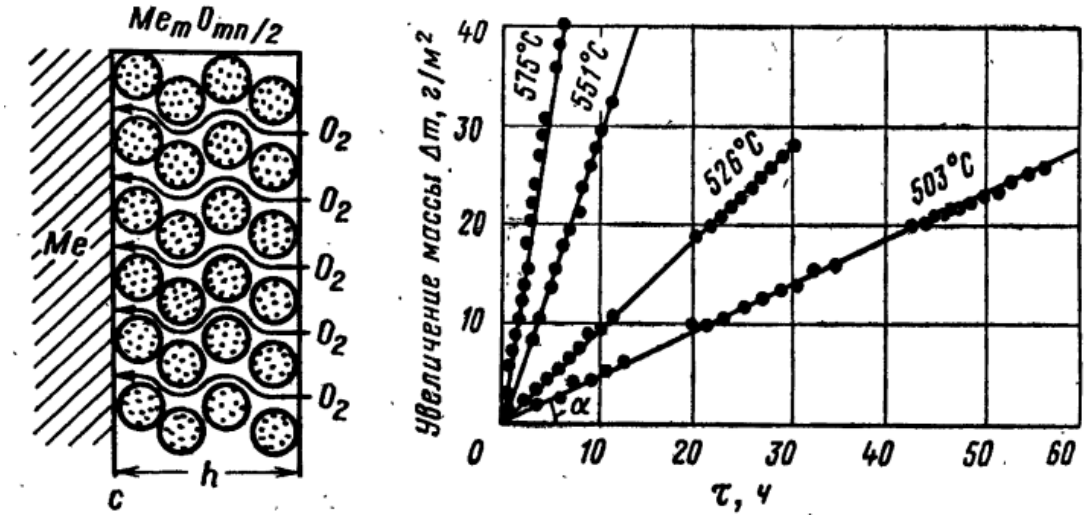


Рисунок 2. Процес проникновения окислителя к поверхности металла и график зависимости изменения массы от времени.

Рост пористой пленки зависит от скорости химической реакции окисления металла и протекает по линейному закону.

Линейный закон имеет место при высокотемпературном окислении в воздухе и кислороде металлов, окислы которых не удовлетворяют условию сплошности или летучи и частично возгоняются при высоких температурах, это и делает их пористыми.

3.4 Рост сплошных пленок.

Сплошные оксидные пленки на металлах, не имеющие механи-

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

ческих дефектов и прочно связанные с металлом, называются защитными, то есть затрудняют проникновение реагентов друг к другу при их перемещении в слое окисла. Рост таких пленок сопровождается самоторможением процесса, т.е. уменьшением скорости окисления по мере утолщения пленки. Процесс роста сплошной окисной пленки состоит из следующих отдельных стадий, протекающих последовательно или паралельно [4]:

а) переход металла в форме ионов и электронов из металлической фазы в окисел

$$\mathbf{Me}(\text{т}) = \mathbf{Me^{n+}} + \mathbf{ne}$$

б) перемещение ионов $\mathbf{Me^{n+}}$ и электронов в слое окисла $\mathbf{Me_mO_{\frac{mn}{2}}}$

в) перенос кислорода к поверхности раздела: окисная пленка – газ

г) адсорбции кислорода на поверхности окисной пленки

$$\mathrm{Me_mO_{\frac{mn}{2}}(т) + O_2(г) = \frac{Me_mO_{\frac{mn}{2}}(т)}{2O(адс)}}$$

д) ионизации адсорбированного кислорода

$$\mathrm{O(адс) + 2e = O^{2-}}$$

е) перемещение ионов $\mathrm{O^{2-}}$ в слое окисла $\mathrm{Me_mO_{\frac{mn}{2}}}$

ж) реакция образования окисла

$$\mathrm{mMe^{n+} + \frac{mn}{2}O^{2-} = Me_mO_{\frac{mn}{2}}(т)}$$

Если стадии «б» и «е» в этом процессе идут одновременно и одна из них проходит быстрее, то второй стадией можно пренебречь. Все остальные стадии процесса, иногда и стадии «б» и «е» протекают последовательно и взаимосвязаны. Установившаяся суммарная скорость

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

этого процесса, который состоит и нескольких простых последовательных и параллельных стадий, обычно определяется скоростью самой заторможенной последовательной или наиболее быстрой параллельной стадии, или иногда скоростями нескольких стадий, то есть имеют место различные виды контроля процесса.

3.5 Рост тонких пленок.

Рост тонких окисных пленок на металлах при низких температурах(на меди в кислороде при температуре до 100ºС, на тантале при тем-ператкре 150ºС, на алюминии, железе, никеле и цинке при температуре до 300ºС и др.) и на первых стадиях окисления металлов и при высоких температурах сопровождается большим самоторможением во времени, которому соответствует логарифмический закон:

$$h = k\lg(a\tau + b)$$

здесь k. a и b – постоянные, а $\tau > 0$

или обратный логарифмический закон:

$$\frac{1}{h} = C - k\lg(\tau)$$

здесь C и k – постоянные

Существует ряд теорий, объясняющих эти законы роста пленки на основании контроля процесса окисления переносом ионов или электронов в тонких пленках по механизмам, отличающимся от диффузионног механизма.

Механизм, предложенный в 1949 г. Карбером и Моттом, исходит из существования на металле образовавшейся в процессе хемосорбции кислорода пленки, в которой ионы и электроны движутся независимо друг от друга. При низких температурах диффузия ионов через пленку затруднена, в то время как электроны могут проходить через тонкий

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 слой окисла либо благодаря термоионной эмиссии, либо, вероятнее всего, вследствие туннельного эффекта, обуславливающего высокую проводимость окисной пленки при низких температурах. При этом на поверхности раздела металл-окисел образуются катионы, а на поверхности раздела окисел-газ – анионы окислителя. Так, внутри окисной пленки создается сильное электрическое поле, благодаря которому главным образом ионы и проникают через пленку, скорость роста которой определяется более медленным (более заторможенным) процессом [4].

3.6 Рост толстых пленок.

По мере утолщения образующихся при высокотемпературном окислении металлов пленок перемещение реагентов через них в преобладающем большинстве случаев осуществляется диффузией (из-за наличия концентрационного градиента, созданного разностью химических потенциалов), которая часто и контролирует процесс окисления металлов, являющийся, таким образом, процессом реакционной диффузии.

Графическое изображение зависимости для окисления железа на воздухе при различных температурах представляет собой параболическую функцию.

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

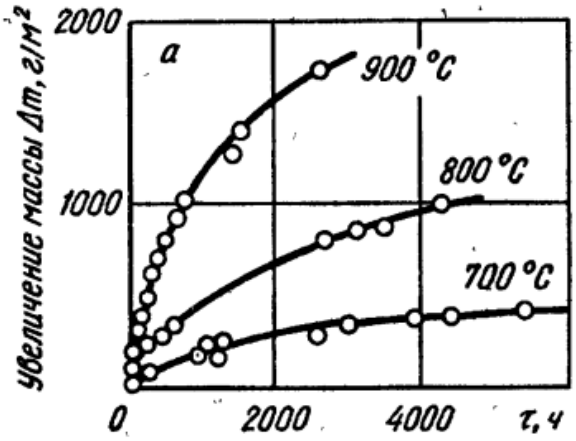


Рисунок 3. Окисление железа на воздухе при разных температурах.

Аналогичное уравнение параболы получается, если исходить из диффузии через окисную пленку главным образом металла (зоной роста пленки при этом является внешняя поверхность пленки) или из одновременной диффузии кислорода и металла. Последний случай является наиболее общим и довольно распространенным: окисная пленка на металле растет при этом не только благодаря диффузии металла, но и вследствие диффузии кислорода, а зона роста пленки находится, таким образом, где-то в толще самой пленки.

Рассмотрение, механизма диффузии и электропроводности в полупроводниковых кристаллах позволило Вагнеру сформулировать ионно-электронную теорию высокотемпературного параболического окисления металлов с образованием достаточно толстых окисных пленок’ и дать количественный расчет этого процесса. Ниже приводится в простейшем виде вывод уравнения Вагнера.

Скорость окисления металла определяется, по Вагнеру, скоростью диффузии металла и окислителя.

Диффузия металла (по данным Вагнера, катионов Me^{n+}) и кислорода (по Вагнеру, анионов O^{2-}) в слое твердого защитного окисла

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

$Me_mO_{mn/2}$ может осуществляться по одному из двух возможных механизмов (Рисунок 4): 1) движение ионов в междоузельном пространстве кристаллической решетки; 2) движение ионов по пустым узлам решетки.

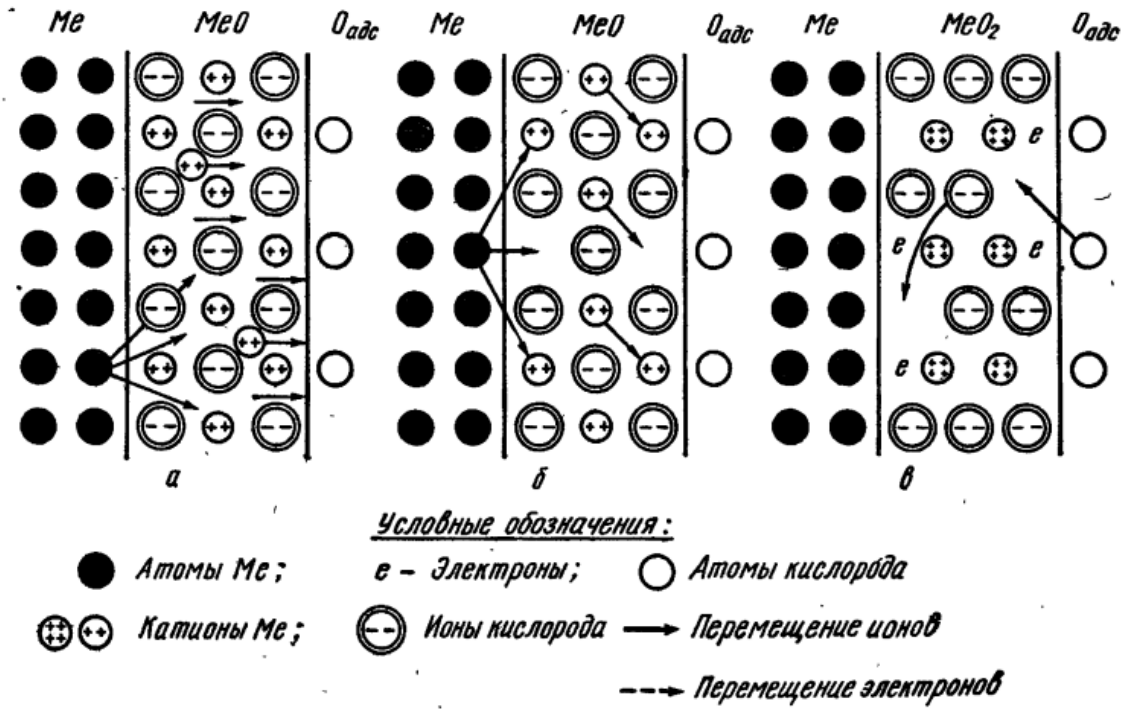


Рисунок 4. Схема механизма диффузии.

4. Влияние температуры на кинетику окисления железа.

До 300°С железо окисляется по логарифмическому закону (Рисунок 5), с образованием оксида кристаллическая решетка которого ориентирована относительно кристаллической решетке $\alpha - Fe$ (эпитаксии), При температуре ниже 300°С скорость окисления достаточно мала для образования эпитаксии. При этом происходит изменение параметров решеток, это приводит к возникновению напряжений в образующемся кристалле, Что приводит к сильному охрупчиванию и разрушению окалины.

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 температуре выше 300°С скорость окисления будет увеличиваться по параболическому закону.

Если окисление происходит при температурах 570°С и выше то окалина будет состоять из внутреннего и наружного слоя, в качестве наружного слоя будет выступать гематит, а в качестве внутреннего магнетит и вюстит.

Так же при температуре выше 570°С наблюдается резкий скачек скорости окисления, происходит это возрастание скорости в следствии резкого ускорения диффузии. Это происходит из за возникновения рыхлого вюстита(FeO).

Свыше 700°С скорость окисления меняется так как при полиморфном превращении происходит перестроение кристаллической решетки с ОЦК на более плотноупакованную ГЦК.

Так же температура влияет и на состав окалины, при температурах ниже 400°С окалина состоит только из Fe_2O_3, в температурном диапазоне 400-575°С оксидный слой состоит из Fe_3O_4 и Fe_2O_3, а при температурах 575-730 из $FeO; Fe_3O_4$ и Fe_2O_3.

Библиографический список.

1. А.М. Паршин, Е.З. Степанов, Теплухина И.В. Полиморфизм и особенности распада переохлажденного аустенита при формировании бейнита, 1998 г., 7 стр.

2. Верма А., Кришна П. Полиморфизм и политипизм в кристаллах, Пер. с англ. — М.: Мир, 1969. — 276 с. — (Науки о Земле. Т.15).

3. Архаров В.И., Горбунова К.М.(ред.). Механизм взаимодействия металлов с газами, М.: Наука, 1964. — 191 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|

4. Жук Н.П. Курс коррозии и защиты металло, М.: Металлургия, 1976. — 472 с.

5. [Электронный ресурс]: URL: https://5ballov.qip.ru/

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. ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБОРОННЫЙ ЗАКАЗ

УДК 338.24

Батьковский М.А., Кравчук П.В. Оценка эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство*

Evaluation of the effect of the sale of military equipment of dual use in national economy

Батьковский Михаил Александрович
кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник,
АО «Научно-испытательный центр «ИНТЕЛЭЛЕКТРОН»
РФ, г. Москва
Кравчук Павел Васильевич
доктор экономических наук, финансовый директор
АО «Научно-испытательный центр «ИНТЕЛЭЛЕКТРОН»
РФ, г. Москва
Batkovskij Mikhail Alexandrovich
Candidate of economic Sciences, leading researcher,
JSC «Scientific-testing center «INTERELECTRON»
Russia, Moscow
Kravchuk Pavel Vasilievich
Doctor of economic Sciences, financial Director
JSC «Scientific-testing center «INTERELECTRON»
Russia, Moscow

Аннотация. Важнейшей задачей военной реформы является трансформация экономического обеспечения обороноспособности страны, предполагающая перераспределение и наиболее эффективное использование ресурсов, выделяемых на военные цели. Составной частью реформирования военной экономики является усиление взаимосвязи между военным и гражданским секторами экономики. В статье рассмотрены теоре-

* *Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-06-00028)*

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

тические основы военно-гражданской интеграции, ее экономическая сущность, цели и назначение. Определены условия продажи военной техники двойного применения из оборонного в гражданский сектор экономики. На примере военной автомобильной техники разработан инструментарий оценки эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство. Он учитывает специфику оценку техники без предварительной ее модернизации и с учетом данной модернизации. Практическая реализация рассмотренного инструментария позволит повысить эффективность военно-гражданской интеграции.

Ключевые слова: эффект, продажа, модели, инструментарий, военная техника, двойное применение, оценка, военно-гражданская интеграция.

Abstract. The most important task of military reform is the transformation of the economic capability of the country, involving the redistribution and the most effective use of resources allocated to military purposes. An integral part of the reform of the military economy is to strengthen the relationship between the military and civilian sectors of the economy. The article considers the theoretical foundations of civil-military integration, its economic essence, goals and purpose. The conditions for the sale of military equipment dual-use of the defense to the civilian sector of the economy. For example, military vehicles developed tools for assessment of the effect of the sale of military equipment of dual use in national economy. It takes into account the specifics of the assessment of the equipment without its modernization, and this modernization. The practical implementation of the discussed tools will improve the effectiveness of civil-military integration.

Keywords: effect, sales, models, tools, military equipment, dual-use, assessment, civil-military integration.

Введение

Военный и гражданский сектора экономики всегда были теснейшим образом взаимосвязаны. В производстве продукции военного назначения участвовали многие отрасли экономики страны, между военными и гражданскими предприятиями существовали многоплановые связи. В современных условиях происходят процессы резкого расширения взаимосвязи между военной и гражданской экономикой, их сближения, снятия существующих ранее барьеров между ними [1, с. 29]. Эти процессы получили название «военно-гражданская интеграция».

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

Она означает взаимопроникновение военных и гражданских секторов экономики, обеспечение взаимовыгодного обмена технологическими разработками и организационно-управленческим опытом, организацию разработок технологий и изделий двойного применения (ТИДП), их передачу как из военного в гражданский сектор, так и в обратном направлении. Научно-техническая революция и революция в военном деле расширяют круг ключевых технологий, которые используются как в военном, так и в гражданском секторе при разработке и производстве современных изделий. В обоих секторах все больше используется электроника, программные продукты, гибкое производственное оборудование, новые материалы и информационные системы. Об этом свидетельствует то обстоятельство, что составлявшиеся в последний период перечни ключевых технологий для военного и гражданского секторов перекрываются почти на 80% [2, с. 301]. Отмеченные научно-технические и технологические сдвиги указывают на расширяющиеся возможности более тесного взаимодействия военного и гражданского секторов хозяйства, что может способствовать повышению эффективности каждого из них.

Теоретические основы военно-гражданской интеграции

Военно-гражданскую интеграцию необходимо рассматривать не только как важный резерв модернизации и усиления конкурентоспособности передовых отраслей экономики, но и как новую концепцию развития и укрепления военно-промышленной базы России на ближайшие годы.

Реализация концепции военно-гражданской интеграции должна предусматривать выполнение следующих необходимых условий:

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

- ослабление различных барьеров между военным и гражданским секторами экономики [3, с. 126];

- проведение единой технологической политики в военном и гражданском секторах экономики [4, с. 28];

- создание стимулирующего инвестиционного климата во всех секторах экономики для введения инноваций, сокращения издержек, повышения качества продукции [5, с. 32];

- создание организационной, правовой и финансово-экономической системы по обеспечению широкого распространения, продаж в гражданском и военном секторах экономики технологий и изделий двойного применения [6, с. 171];

- совершенствование методов и организационных форм управления развитием ТИДП [7, с. 43].

Основными предпосылками для реализации концепции военно-гражданской интеграции можно считать наличие высокого «двойного» научно-технического и технологического потенциалов отечественного оборонного сектора, наличие достаточно широкого опыта распространения двойных технологий и развития процессов военно-гражданской интеграции. Реализация концепции военно-гражданской интеграции, переход к использованию внебюджетных средств для реализации оборонных программ, полученных за счет распространения технологий и изделий двойного применения с экономической точки зрения означает существенное изменение отношений между военным и гражданским секторами промышленности [8, с. 124].

В системе управления экономическим обеспечением обороноспособности, построенной по принципам централизации и специализа-

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

ции, экономическое обоснование требуемых мероприятий в финансово-экономическом плане фактически заключалось лишь в калькуляционном обосновании будущих затрат на конкретные цели и далее в экономном расходовании выделяемых из Госбюджета ассигнований по строго заданному назначению [9, с. 327]. Сами цели представляли собой некоторые одномерные величины, жестко привязанные к заданным ресурсам, технологиям и определяемые в терминах некоторого «точного» результата (создать к заданному сроку образец с заданными тактико-техническими характеристиками и т.п.). Условия реализации этих целей, особенности функционирования механизма управления и финансирования фактически не предполагали необходимости предоставления какой-либо свободы принятия решений ни промышленным предприятиям оборонно-промышленного комплекса, ни заказчикам их продукции. Связи между Министерством обороны и оборонной промышленностью осуществлялись либо по заданным целям, либо по вертикальным каналам через центр [10, с. 62]. Экономические отношения и горизонтальные связи между субъектами Минобороны и оборонно-промышленного комплекса играли крайне незначительную роль (цели и ассигнования на них четко определены, главное – выполнение плановых заданий). Экономическая оценка данных заданий со стороны Министерства обороны заключалась лишь в проверке обоснованности назначаемых цен и фактических затрат по критерию минимума необходимых издержек при заданных целях.

Осуществляемая реализация мероприятий военно-гражданской интеграции, постановка задач распространения двойных технологий, перехода к методам смешанного (бюджетного и внебюджетного) финансирования оборонных программ заметно изменяют ситуацию [11, 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|

25]. С позиции Министерства обороны возникает необходимость функционирования в условиях значительного развития горизонтальных связей с предприятиями оборонно-промышленного комплекса различной формы собственности и ведомственной принадлежности как военного, так и гражданского сектора, а также, перехода от развития исполнительных структур по принципу специализации к их развитию по принципу интеграции. Цели становятся многомерными, не привязанными заранее к жестко заданным ресурсам (например, создать технологию, которая должна обеспечивать достижение определенных военных целей и одновременно возможность достижения некоторых заранее неизвестных, прогнозируемых со значительной неопределенностью целей в гражданских секторах экономики) [12, с. 41].

В новых условиях возникает необходимость предоставления существенной свободы принятия решений субъектам Министерства обороны, вступающим в равноправные отношения с независимыми экономическими субъектами промышленности (через кооперационные, лицензионные, лизинговые и т.д. соглашения). Министерство обороны в этих условиях становится во многом субъектом принятия самостоятельных решений, продавцом и покупателем на рынке технологий и изделий двойного применения [13, с. 129].

Ввиду отмеченных факторов резко возрастают роль и требования к применяемым методам экономической оценки принимаемых управленческих решений. Возникает необходимость оценки этих решений не только и не столько через оценку величины необходимых издержек, сколько через прогнозирование выгоды от их реализации. Однако разработка этих методов связана с большими трудностями, обусловлен-

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

ными новизной проблем экономической оценки объектов военно-гражданского применения, новизной самих объектов оценки, существенно отличающихся в некоторых отношениях от традиционных [14, с. 236].

В свете описанных обстоятельств и стоящих задач оценки взаимосвязей использования внебюджетных средств, получаемых в результате реализации технологий и изделий двойного применения, для выполнения оборонных программ, весьма актуальным представляется создание адекватных современной ситуации методов экономической оценки этих технологий и изделий. Данные методы должны учитывать:

- достижения отечественного и мирового опыта в области экономической оценки технологий и изделий двойного применения;

- новую ситуацию в экономике в целом и оборонно-промышленном комплексе, в частности;

Они должны ориентироваться на применение систем автоматизации анализа и расчета; обеспечивать сравнимость экономических оценок технологий и изделий в военном и гражданском секторах (в том числе в разных их подобластях), возможность получения обобщенных оценок эффективности с учетом всех сфер их использования, единство и сопоставимость экономических оценок на разных этапах жизненного цикла изделий и технологий;

Возможными характерными ситуациями при проведении экономической оценки продукции (технологий, изделий) двойного применения являются следующие ситуации:

а) передача продукции из оборонного в гражданский сектор экономики (процессы spin-off) в форме продаж продукции, лицензий, технической документации, аренды оборудования и изделий, оказания инжиниринговых услуг и др. [15, с. 208];

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) передача продукции из гражданского в оборонный сектор (процессы spin-on) в аналогичных формах [16, с. 91];

в) заключения и реализация различных кооперационных соглашений при разработке ТИДП (совместное выполнение работ, участие в финансировании и т.д.) [17, с. 83].

При передаче продукции из оборонного в гражданский сектор осуществление экономической оценки ТИДП должно предусматриваться выполнение следующих основных условий:

- проведение оценки по условиям конечного использования продукции с учетом всех сопутствующих результатов и издержек [18, с. 37];

- проведение оценки по отдельным возможным направлениям, субъектам использования продукции с учетом их интересов, финансовых возможностей и объемов рынка, фактических норм отдачи в их секторах хозяйствования, их необходимых дополнительных издержек [19, с. 524];

- проведение оценки с учетом вида продукции (готовые изделия, лицензии, разработки в виде «ноу-хау» и т.д.), присущих ей неопределенностей, рисков [20, с. 228];

- проведение расчетов по всему циклу разработки и реализации продукции, включая проведение НИОКР, освоение и серийное производство, использование продукции [21, с. 72].

При передаче (продаже) продукции из гражданского в оборонный сектор должно предусматриваться выполнение следующих условий:

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 детального анализа возможных сфер, задач военного использования рассматриваемых изделий и технологий [22, с. 239];

- проведение сравнительного анализа ТИДП и продукции чисто военного назначения с расчетом лимитных цен, показателей относительной военно-экономической эффективности их использования [23, с. 132];

- учет рисков и неопределенностей, присущих данному виду продукции или данному виду задач ее использования [24, с. 409];

- проведение анализа экономической отдачи от закупки данных видов ТИДП с учетом ожидаемой военно-экономической эффективности их применения, различных рисков и неопределенностей [25, с. 103];

- определение ожидаемой отдачи от покупки ТИДП для военного бюджета.

Отметим, что как в случае «чистой» передачи ТИДП из военной в гражданскую сферу, или наоборот, из гражданской в военную, оценка эффекта от продажи ТИДП должна производиться в основном специфическими для сфер-потребителей методами.

Инструментарий оценки эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство

Оценка военной техники при ее продаже в народное хозяйство является сложной экономической проблемой. Инструментарий ее решения должен включать экономико-математические модели большого числа управленческих задач. В рамках одной статьи предложить все указанные модели, естественно, не возможно. Но методологический подход к решению рассматриваемой проблемы можно рассмотреть на примере моделей следующих задач.

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 оценки эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство без предварительной ее модернизации

Сущность задачи принятия решений, связанных с продажей военной техники двойного применения в народное хозяйство без предварительной ее модернизации, заключается в следующем. Имеется образец военной техники двойного применения с определенными техническими, эксплуатационными и экономическими характеристиками, имеющий некоторый спрос в гражданском секторе для решения определенных народнохозяйственных задач. Требуется рассчитать (спрогнозировать) ту цену, которую потребители гражданского сектора будут готовы заплатить за данный образец. Предполагается, что для каждой из народнохозяйственных задач имеются некоторые аналоги-образцы техники, принимаемые в качестве базы сравнения. Решение этой задачи проиллюстрируем на примере военной автомобильной техники.

Основным принципом оценки уровней возможных и ожидаемых оптимальных цен продаж образцов военной автомобильной техники двойного применения в гражданский сектор должно быть обеспечение непревышения расчетного тарифа перевозки (удельной стоимости единицы выполняемой транспортной работы) по данной группе народнохозяйственных задач для данного образца военной автомобильной техники двойного применения по сравнению с гражданскими образцами-аналогами, предназначенными для выполнения этих задач и имеющими устойчивый покупательский спрос. При этом предполагается, что возможные покупатели при сравнении вариантов будут оценивать их в основном по критерию минимума полных затрат, приходящихся

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 единицу выполняемой работы в данной группе транспортных народнохозяйственных задач.

С точки зрения современной теории технико-экономического анализа инвестиций (методологии ЮНИДО) общее математическое выражение критерия выбора решений покупателя при этом можно представить в следующем виде (для данной группы транспортных задач):

$$S_{T\,i} = \min_i \frac{Ц_i + \sum_{t=0}^{T_i-1} \frac{S_{экс\,i}(t)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^{T_i-1} \frac{R_{г\,i}(t)}{(1+E)^t}} \qquad (1)$$

где $S_{T\,i}$ – расчетный тариф по i-му варианту (образцу) для данной группы задач; $Ц_i$ – стоимость образца (его продажная цена); $S_{экс\,i}(t)$ – годовая стоимость эксплуатации для i-го варианта (образца) и t-го года эксплуатации (включая все текущие и капитальные затраты); t и T_i – начальный и конечный года эксплуатации по i-му варианту; $R_{г\,i}(t)$ – оценка годового результата для t-го года эксплуатации; E – норма дисконта затрат и результатов.

Пусть мы имеем значение расчетного тарифа для базового варианта – новой машины какого-то определенного образца гражданского назначения – $S_{ТБ}$. Зная это значение и величины переменных $S_{экс\,i}(t)$, $R_{г\,i}(t)$ для образца данного вида и возраста, способного выполнять ту же группу задач, что и базовый образец, мы всегда можем рассчитать

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 лимитное значение цены (стоимости) для данного i-го образца автомобильной техники, при котором тариф перевозки (транспортировки) будет равен значению $S_{ТБ}$. Это значение цены определяется из условия:

$$S_{ТБ} = \frac{Ц_i^{л} + \sum_{t=0}^{T_i-1} \frac{S_{экс\,i}(t)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^{T_i-1} \frac{R_{г\,i}(t)}{(1+E)^t}} \quad (2)$$

Где $Ц_i^{л}$ – лимитное значение цены для i-го образца военной автомобильной техники двойного применения, при котором достигается равенство тарифа перевозки с образцом-аналогом.

Отсюда:

$$Ц_i^{л} = S_{ТБ} \cdot \sum_{t=0}^{T_i-1} \frac{R_{г\,i}(t)}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^{T_i-1} \frac{S_{экс\,i}(t)}{(1+E)^t} \quad (3)$$

Зная значение $Ц_i^{л}$, всегда можно определить рациональную цену продажи машины в гражданский сектор экономики. Она определится торговой скидкой от уровня лимитной цены, определяющей для покупателя выгодность покупки именно данных моделей машин ($\Delta Ц_i^{вг}$):

$$Ц_i^{р} = Ц_i^{л} - \Delta Ц_i^{вг} \quad (4)$$

Эта цена должна быть выгодной и продавцу в том смысле, что она должна превышать величину «чистой» стоимости разукомплектованной утилизированной машины – $S_{ут}^{ч}$ (стоимость продажи минус затраты на утилизацию), полную величину собственных трансакционных издержек продавца, связанных с подготовкой и осуществлением

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

продаж (на рекламу, предпродажную подготовку, заключения контрактов и т.п.) – S_i^{TA}. Условием положительной эффективности продажи неразукомплектованных машин для продавца будет при этом превышение «чистого» эффекта от продажи неразукомплектованной машины над «чистой» стоимостью разукомплектованной машины:

$$S_{пр}^{ч} = Ц_i^{р} - S_i^{TA} \geq S_{утi}^{ч} \quad (5)$$

В противном случае целесообразна разукомплектация и утилизация машины с продажей годных запасных частей. Величина $\Delta Ц_i^{вг}$ зависит от характера конкуренции на рынке сбыта народнохозяйственных образцов-аналогов техники, от гарантий, представляемых продавцами военной автомобильной техники и гражданских образцов в части технического обслуживания, ремонта и т.д.

Следует учитывать, что в общем случае выбор базовых вариантов «гражданских» машин для оценки возможных и оптимальных цен продаж образцов военной автомобильной техники должен определяться не только возможностями данных оцениваемых образцов, но и емкостью рынка. Поэтому при разном объеме продаж в качестве образцов-аналогов должны приниматься обычно разные образцы. При этом характерной чертой должно быть падение величины $S_{ТБ}$ с увеличением объема продаж (в соответствии с известной тенденцией падения цен спроса с ростом объема продаж). Соответственно будет проявляться тенденция падения величины ожидаемых и оптимальных цен продаж военной автомобильной техники с ростом объемов этих продаж.

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 оценки эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство с учетом ее предварительной модернизации

В рассмотренной предыдущей модели предполагалось по сути наличие гарантированного спроса потребителей гражданского сектора на реализуемую технику двойного применения. В некоторых случаях такое предположение не вполне применимо по причинам либо неприспособленности техники к условиям гражданского использования, либо ее моральной устарелости. Реализация такой техники возможна на основе либо ее разукомплектации и продажи отдельных агрегатов, утилизируемых частей, либо предварительной модернизации для приспособления к достаточно экономичным условиям гражданского использования.

В качестве примера рассмотрим оценку перспектив продажи в народное хозяйство для использования в лесной, газовой и нефтяной отраслях промышленности армейских полноприводных автомобилей марки Урал-4320. Вследствие высокого среднего возраста парка данных машин их непосредственная продажа в гражданский сектор обычно нецелесообразна. Возможность продажи машин в достаточном количестве может рассматриваться лишь в случае их предварительной модернизации с одновременным проведением ремонта с целью улучшения экономических и эксплуатационных показателей.

В части выбора исходных данных и моделей оценки потребительских свойств автомобиля целесообразно принять предложение о слабом влиянии на выбор потребителя фактора скорости (вследствие допущения о преимущественном использовании машины в условиях, тре-

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

бующих повышенной проходимости) и надежности (вследствие близости показателей надежности рассматриваемого автомобиля с показателями возможных аналогов). В качестве модели оценки автомобилей предлагается использовать несколько упрощенную модель по сравнению с моделью вида (1). Это связано с принятым допущением о фактически одинаковом остаточном ресурсе машин разных возрастов после проведения модернизации, совмещенной с ремонтом. Вследствие этого сравнению подвергаются якобы все одинаково «новые» машины с одинаковым ожидаемым сроком службы (7 лет). Принятая для расчетов модель имела следующий вид

$$S_т = \frac{З^ц_{пр} + З_{экс}}{Q \cdot k_{иг} \cdot L} \quad (6)$$

где $S_т$ – приведенный тариф перевозки на 1 тонно-километр; $S^ц_{пр}$ – приведенные затраты на машину, связанные с переносом цены на стоимость работ; $З_{экс}$ – приведенные затраты на эксплуатацию за период службы; Q – грузоподъемность машины; $k_{иг}$ – коэффициент использования грузоподъемности; L – амортизационный пробег.

Вследствие допущения об одинаковости сроков службы по всем вариантам в качестве момента приведения принят начальный год эксплуатации. При E=0,1:

$$З^ц_{пр} = Ц \cdot (1 + E) = 1{,}95\,Ц \quad (7)$$

$$З_{экс} = \frac{S_{эп}}{7} \cdot \frac{(1+E)^7 - 1}{E} = 1{,}36\,S_{эп} \quad (8)$$

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

где Ц – расчетная номинальная стоимость (цена) автомобиля; $S_{эп}$ – полные неприведенные эксплуатационные затраты за амортизационный период (без учета цены), рассчитанные с учетом ожидаемого распределения этих затрат по годам эксплуатации.

Исходное балансовое уравнение для определения лимитной цены автомобиля при этом выразится в виде:

$$\frac{Ц_{оц}^{л} \cdot (1+E)^7 + \frac{S_{эп}^{оц}}{7} \cdot \frac{(1+E)^7 - 1}{E}}{Q^{оц} \cdot k_{иг}^{оц} \cdot L^{оц}} = F^{баз} \qquad (9)$$

где индекс «оц» соответствует автомобилю Урал-4320, индекс «баз» – аналогу, принимаемому в конкретном случае в качестве базы сравнения.

Из (9) следует:

$$Ц_{оц}^{л} = \frac{F_{баз} \cdot Q^{оц} \cdot k_{иг}^{оц} \cdot L^{оц} - 1{,}36\, S_{эп}^{оц}}{1{,}95\, Ц} \qquad (10)$$

Получаемая оценка лимитной цены может быть принята в качестве ожидаемой рациональной цены покупки рассматриваемого автомобиля с точки зрения потребителя (в данном случае для простоты не учитывалась величина возможных торговых скидок).

Далее необходимо оценить возможную балансовую прибыль (БП) продавца как разницу между оценкой лимитной цены продажи (рациональной цены покупки) и ожидаемыми полными затратами на модернизацию:

$$БП = Ц^{л} - S_{мод} \qquad (11)$$

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

Эта оценка должна осуществляться только с учетом прямых предстоящих затрат без учета остаточной коммерческой стоимости машины. При сравнении вариантов продажи машин, связанных с проведением или непроведением ее модернизации, необходим учет альтернативных затрат – коммерческой стоимости немодернизированной машины. Таким образом, оценка «чистой» экономической прибыли (ЧП) при модернизации составляет величину:

$$ЧП = БП - Ц_{ост} \quad (12)$$

где $Ц_{ост}$ – коммерческая оценка стоимости немодернизированного автомобиля (с учетом предпродажных издержек продавца) как оценка альтернативной стоимости.

Следовательно, применение моделей (1)-(12) позволяет оценить эффект от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство.

Заключение

Ключевыми проблемами продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство являются:

- обеспечение эффективного взаимодействия гражданского и военного секторов экономики;

- рациональная организация продажи военной техники двойного применения;

- объективная экономическая и коммерческая оценка военной техники двойного применения и емкости потенциального рынка;

- обеспечение совместимости военных и гражданских стандартов [26, с. 27].

Основным препятствием на пути реализации стратегии военно-гражданской интеграции является существующая весьма громоздкая

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 военной контрактации, целиком ориентированная на особенности специализированного военного производства. Учитывая это, за последние годы вносятся заметные изменения в систему военных закупок, в частности, в целях снятия существующих барьеров на пути ускорения и расширения военно-гражданской интеграции.

Сегодня эффективная стратегия военно-гражданской интеграции в области продажи военной техники двойного применения включает также поощрение спроса на нее со стороны гражданского сектора (через налоговые льготы и др.). Реализация рассмотренного инструментария оценки эффекта от продажи военной техники двойного применения в народное хозяйство будет способствовать решению указанных задач.

Библиографический список

1. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Булава И.В. Сравнительный анализ развития оборонно-промышленных комплексов России и зарубежных государств // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. - 2011. - № 47. - С. 26-37.

2. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А. и др. Финансовое оздоровление и развитие предприятий радиоэлектронного комплекса в период посткризисного восстановления и модернизации российской экономики. - М.: Креативная экономика. - 2010. - 472 с.

3. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Инновационная модернизация оборонно-промышленного комплекса России. - М.: онтоПринт, - 2014. - 175 с.

4. Бородакий Ю.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М. и др. Моделирование процесса разработки наукоемкой продукции в оборонно-

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

промышленном комплексе // Вопросы радиоэлектроники, серия ЭВТ. - 2014. - № 2. - С. 21-34.

5. Батьковский А.М. Оценка финансовой устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Институциональные и инфраструктурные аспекты развития экономических наук: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 февраля 2015 г.). - Уфа: Научный центр «Аэтерна». - 2015.- С. 31-33.

6. Батьковский А.М., Кравчук П.В. Технологии и изделия двойного применения: их сущность и роль в развитии экономики страны // Национальный менеджмент: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (25 марта 2016 г.). - Нижний Новгород: НОО «Профессиональная наука». - 2016. - С. 168-178.

7. Батьковский А.М. Методологические основы формирования программ инновационного развития предприятий радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. - 2011. - № 2. - С. 38-54.

8. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Гордейко С.В. и др. Оценка экономической устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Аудит и финансовый анализ. - 2011. - № 6. - С. 120-126.

9. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Стяжкин А.Н. и др. Оптимизация программных мероприятий развития оборонно-промышленного комплекса. - М.: Тезаурус. - 2014. - 504 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|

10. Батьковский А.М., Булава И.В., Мингалиев К.Н. Макроэкономический анализ уровня и возможностей финансового обеспечения военной безопасности России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. - 2009. - № 21. - С. 58-65.

11. Батьковский А.М. Анализ рисков реализации программных мероприятий развития оборонно-промышленного комплекса в условиях развития кризисных явлений в экономике // Институциональные и инфраструктурные аспекты развития экономических наук: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 февраля 2015 г.). - Уфа: Научный центр «Аэтерна». - 2015. - С. 24-26.

12. Батьковский А.М. Моделирование инновационного развития высокотехнологичных предприятий радиоэлектронной промышленности // Вопросы инновационной экономики. - 2011. - № 3. - С. 36-46.

13. Авдонин Б.Н., Батьковский М.А., Кравчук П.В. и др. Теоретические основы и инструментарий оценки эффективности разработки новых технологий // Электронная промышленность. - 2014. - №1. - С. 123-140.

14. Батьковский М.А., Мингалиев К.Н. Анализ финансово-хозяйственной деятельности высокотехнологичных предприятий оборонно-промышленного комплекса // Радиопромышленность. - 2015. - № 1 (1). - С. 220-242.

15. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М. Инструментарий оценки инновационного потенциала предприятия радиоэлектронной промышленности // Вопросы радиоэлектроники. - 2011. - Т. 4. - № 3. - С. 200-211.

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

16. Балычев С.Ю., Батьковский А.М., Божко В.П. Анализ управления производством вооружения и военной техники в зарубежных странах // Электронная промышленность. - 2014. - №3. - С. 80-93.

17. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Оптимизация производства высокотехнологичной продукции двойного назначения // Современные проблемы и тенденции развития экономики и управления: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 мая 2016 г., г. Екатеринбург). / В 3 ч. Ч.1. - Уфа: Научно-издательский центр «Аэтерна». - 2016. - С. 81-84.

18. Батьковский А.М. Методологические проблемы совершенствования анализа финансовой устойчивости предприятия радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. - 2011. - № 1. - С. 30-44.

19. Батьковский А., Батьковский М., Булава И. и др. Уменьшение рисков деятельности предприятий с помощью инструментария оценки их экономической устойчивости // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. - 2011. - № 4. - С. 522-526.

20. Батьковский М.А., Кравчук П.В., Фомина А.В. Экономическая оценка технологий двойного назначения // Вопросы радиоэлектроники. - 2015. - № 4 (4). - С. 222-231.

21. Батьковский А.М. Прогнозирование и моделирование инновационного развития экономических систем. - М.: онтоПринт. - 2011. - 202 с.

22. Batkovskiy A.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu. et al. (2016). Models of Economic Evaluation of High-Tech Products // Indian Journal of Science and Technology, India, Vol 9(27), July, P. 230–241. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i28/97660.

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

23. Батьковский А.М., Кравчук П.В. Методы экономической оценки технологий двойного назначения с учетом зарубежного опыта // Национальный менеджмент: проблемы и перспективы развития сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической конференции. - НОО «Профессиональная наука». Редакторы: Н.А. Краснова, Т.Н. Плесканюк. - 2016. - С. 126-136.

24. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Кравчук П.В. и др. Управление развитием оборонно-промышленного комплекса. - М.: Тезаурус. - 2015. - 536 с.

25. Кравчук П.В., Батьковский М.А. Оценка эффективности трансферта технологий двойного применения в гражданский сектор экономики // Стратегическое планирование и развитие предприятий / Материалы Пятнадцатого всероссийского симпозиума. Под ред. Г.Б. Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН. - 2014. - С. 101-104.

26. Batkovskiy A.M., Batkovskiy M.A., Kravchuk P.V. et al. (2015). Development of Economic Assessment of Technologies. // Mediterranean Journal of Social Sciences. MCSER Publishing, Rome-Italy, Vol 6, No 4, S4, August, P. 22-33 Doi:10.5901/mjss.2015.v6n4s4p22.

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 4. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 634.11:631.542

Малетич Г.К., Потанин Д.В. Изучение эффективности новых приемов ухода за кроной яблони

To study of the effectiveness of new methods of care for the shape of apple trees

Малетич Галина Константиновна,
магистрант кафедры плодоводства и виноградарства, Академия биоресурсов и природопользования ФГАО УВО Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
e-mail: maletich.galina@yandex.ru
Потанин Дмитрий Валериевич,
канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодоводства и виноградарства, Академия биоресурсов и природопользования ФГАО УВО Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
e-mail: potanin.07@mail.ru
Galina Maletich
graduate student of the Department of fruit growing and viticulture,Academy of Life and Environmental Sciences FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»
e-mail: maletich.galina@yandex.ru
Potanin Dmitry Valerievich
candidate of agricultural Sciences, associate Professor of horticulture and viticulture, Academy of Life and Environmental Sciences FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»
e-mail: potanin.07@mail.ru

Аннотация. Исследование проводилось на базе Академии биоресурсов и природопользования в 2015-2016 годах, до этого момента на территории Российской Федерации упоминаний об исследованиях не было.

В ходе исследования систематизированы данные об особенностях обрезки яблони ранней весной, нормирующей обрезки и обрезки в целом и их влияние на продуктивность насаждений. Опыт основывался на сравнении классической обрезки модифицированного стройного веретена с ежегодной нагружающей обрезкой, которая проводится от начала набухания почек до цветения. На основе, полученных данных установлено, 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|

применение ежегодной нагружающей обрезки увеличивает продуктивность насаждений на 172% в сравнении с классической, а также обеспечивает стабильность насаждения. При этом увеличение чистого дохода наблюдается на 218,11 тыс. руб./га, а уровень производственной рентабельности с 26,93% для классической обрезки, до 114,61% при нормирующей.

Ключевые слова: яблоня, обрезка, продуктивность.

Abstract. The study was conducted on the basis of the Academy of Bioresources and Nature Management in 2015-2016, until that time there were no mention of studies on the territory of the Russian Federation.

In the course of the study, data on the features of pruning apple trees in early spring, normalizing trimming and pruning in general, and their effect on the productivity of plantations are systematized. The experiment was based on a comparison of the classic trimming of a modified slender spindle with an annual loading trimming, which is carried out from the onset of swelling of the kidneys to flowering. Based on the data obtained, it is established that the application of annual loading trimming increases the productivity of plantings by 172% in comparison with the classical one, and also ensures the stability of the plantings

Keywords: Apple, crop, productivity

Введение. Развитие садоводства в России отличается от других стран, так как климат территории нашей страны обладает специфическими условиями: природно-климатическими и экологическими. В настоящее время необходимы коренные изменения в садоводстве. [2, с 3].

На сегодня обрезка сада занимает большой объём рабочего труда. Это наиболее эффективный и результативный агротехнический способ по уходу за садом, которая дает возможность сохранять возможности продуктивного сада, и максимально его применять, получая более стабильный урожай в течение всего периода плодоношения. [1, с 25]

В целом, проблемам организации обрезке посвящено большое количество научных работ. Для того, что бы изучить вопросы повышения продуктивности насаждений за счет применения методов, способов

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

обрезки и формирования крон. Эта тенденция проведения исследования в садоводстве касается того что более 30% всех исследований в садоводстве связаны с данным комплексом работ [4, с 25]. Это актуально, так как многие проблемы не решены, к примеру, не изучен вопрос о нормировании урожая обрезкой, выделены только отдельно взятые элементы; не решен вопрос об оптимизации сроков обрезки, обрезку проводят тремя способами: первый – до листопада, второй – после листопада, третий – в начале вегетации. Традиционным сроком обрезки яблони считают в период покоя. Однако более активные ткани зарастают, когда начинается сокодвижение [3, с 25]. Для решения вопроса восстановления повреждённых при обрезке тканей деревьев нужно изучить возможность проведения обрезки в период начала сокодвижения и при этом одновременно будет выполнено нормирование урожая, без дополнительных затрат на выполнение данной работы. Также обрезка ранней весной менее болезненна для дерева, благодаря активным ростовым процессам у коры, раны будут легче и быстрее зарастать.

Цели исследований. Изучить эффективность новых приемов ухода за кроной яблони от начала набухания почек до цветения. Оценить возможности снижения трудонапряженности при выполнении обрезки интенсивных насаждений яблони; увеличение сроков проведения обрезки на больших площадях; возможность для фермерских хозяйств переноса обрезки с зимнего периода на ранневесенний период и исключить последующее нормирование завязи.

Методика проведения исследований. Исследование проводилось на базе опытного сада Академии Биоресурсов Природопользования в 2015-2016гг.

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 методике М.И. Мичурина определяли линейными измерениями высоту дерева, толщину кроны в 2-х направлениях, среднюю длину и количество побегов, утолщение штамба в диаметре. Также проводили расчеты в конце вегетации. [5, с 19]

Исследования начали проводить с измерения интенсивной суммарной солнечной радиации, которую измеряли походным альбедометром М-69. Точки измерения расставили в центре кроны, с северной, южной, западной и восточной части кроны на расстоянии 1,5 м от штамба на высоте один и два метра от поверхности почвы.

Результаты наблюдения рассчитали с помощью дисперсионного анализа по 3-х факторной схеме. Фактор А – агротехнологический прием обрезки; В – высота точки от поверхности почвы, С- название сортов.

Результаты исследований.

Интенсивность солнечной радиации в зависимости от способа обрезки сада.

Точки измерения активной солнечной радиации определялись в центре кроны, с южной, северной, западной и восточной сторон дерева на расстоянии 1,5 метра от штамба на высоте один и два метра от поверхности почвы. Измерения провели в 10 точках кроны каждой стороны в 4-х кратной повторности.

Результаты наблюдения рассчитали с помощью дисперсионного анализа по 3-х факторной схеме. Фактор А – агротехнологический прием обрезки; В – высота точки от поверхности почвы, С- название сортов.

Больше всего суммарной солнечной радиации поступило 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|

классической обрезке (контроль) составила 0,562кал/см^2 мин. В ежегодной нагружающей обрезке 0,331, в нагружающей обрезке через год 0,301 и в нагружающей обрезке через два года 0,316 кал/см^2 мин.

В каждом варианте освещение кроны на высоте 1 метр от поверхности почвы всегда была более слабой, чем на высоте 2 м, соответственно в первом варианте – 0,445 и 0,678; во втором – 0,249 и 0,414; в третьем 0,223 и 0,380; в четвертом – 0,236 и 0,397 кал/см^2 мин.

У сорта Айдаред поступление солнечной радиации на высоте один и два метра проходило лучше, чем в Ренет Симиренко (табл.1).

Чтобы обнаружить отличия в поступлении солнечной радиации со всех сторон и зоны кроны при статистической обработке результатов, их обозначали фактором, а другие факторы (от приема обрезки – А, сорта – С) оставляли прежними. Расчеты сделаны отдельно для высоты один и два метра от поверхности почвы (табл.2 и 3).

Со всех сторон кроны на высоте 1 метр, классическая обрезка обеспечивала поступление большего количества солнечной радиации к листовой поверхности по сравнению с другими вариантами. Как и следовало

ожидать, солнечный свет хуже всего поступал в центр (0,217 кал/см^2 мин) и с северной стороны кроны (0,277 кал/см^2 мин). Это меньше 30% от осветления на открытом участке (1,00-1,30 кал/см^2 мин), при освещении ниже 30% листья не вырабатывают достаточное количество пластических веществ.

При ежегодной нагружающей обрезке с западной и восточной стороны на высоте 1 метр, поступление солнечной радиации можно считать удовлетворительной.

С северной стороны кроны на высоте 1 метр от поверхности

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

почвы имела хорошую освещенность только классическая обрезка (контроль).

На высоте 2 метров (табл.3) поступление солнечной радиации по зонам кроны увеличивается в 1,4 – 1,6 раза в сравнении с показателями на высоте 1 метр от поверхности почвы. В варианте классической обрезки (контроль) освещение оказалось хорошей с северной стороны (0,566 кал/см^2 мин.), удовлетворительной в центре(0,412 кал/см^2 мин.) и очень хорошей с южной(0,822 кал/см^2 мин.), восточной(0,827 кал/см^2 мин.) и с западной (0,726 кал/см^2 мин.) стороны. Во втором, третьем и четвертом варианте солнечного света поступало недостаточно с северной стороны и в центре кроны. Освещенность других сторон и частей кроны на высоте 2 метра можно считать удовлетворительной и хорошей. Во втором варианте ежегодная нагружающая обрезка освещение является очень хорошей с восточной стороны (0,741 кал/см^2 мин.).

Таким образом, только контроль обеспечивает поступления к листьям деревьев нужное количество солнечной радиации на высоте 2 метра от поверхности почвы со всех сторон и частей кроны, а на высоте 1 метр кроме центра и северной 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|

Таблица 1

Интенсивность суммарной солнечной радиации в кроне яблони (2015-2016гг). Оценка эффектов A, AB, C, ABC.

Варианты приемов и высота точки от поверхности почвы		Сорт, С		Средняя	
		Ренет Симиренко	Айдаред		
A	B*			AB	A
1. Классическая обрезка (контроль)	1 2	0,372 0,666	0,482 0,721	0,445 0,678	0,562
2. Ежегодная нагружающая обрезка	1 2	0,181 0,364	0,276 0,378	0,249 0,414	0,331
3. Нагружающая обрезка через год	1 2	0,217 0,379	0,202 0,381	0,223 0,380	0,301
4. Нагружающая обрезка через два года	1 2	0,199 0,372	0,239 0,380	0,236 0,397	0,316
Среднее, С		0,344	0,383		
НСРА = 0,050	НСРВ05 = 0,070	НСРС05 = 0,050	НСРАВС05 = 0,120		

Таблица 2

Интенсивность суммарной солнечной радиации в кроне яблони на высоте 1 метр (2015-2016гг). Оценка эффектов A, B, AB.

Способы агроприемов A	Сторона и зона кроны, В					среднее A
	южная	северная	западная	восточная	центральная	
Классическая обрезка (контроль)	0,536	0,277	0,574	0,714	0,217	0,464
Ежегодная нагружающая обрезка	0,218	0,125	0,339	0,377	0,117	0,235
Нагружающая обрезка через год	0,208	0,146	0,301	0,303	0,097	0,211
Нагружающая обрезка через два года	0,213	0,136	0,320	0,340	0,107	0,233
Средняя, В	0,294	0,171	0,384	0,434	0,135	
НСРА05 = 0,050	НСРВ05 = 0,060		НСРАВ05 = 0,110			

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

Таблица 3

Интенсивность суммарной солнечной радиации в кроне яблони на высоте 2 метра (2015-2016гг). Оценка эффектов А, В, АВ.

Способы агроприемов А	Сторона и зона кроны, В					среднее А
	южная	северная	западная	восточная	центральная	
Классическая обрезка (контроль)	0,822	0,566	0,726	0,827	0,412	0,671
Ежегодная нагружающая обрезка	0,353	0,245	0,579	0,741	0,152	0,414
Нагружающая обрезка через год	0,504	0,215	0,469	0,392	0,290	0,374
Нагружающая обрезка через два года	0,429	0,230	0,524	0,567	0,221	0,394
Средняя, В	0,527	0,314	0,575	0,632	0,269	
НСРА05 = 0,070	НСРВ05 = 0,100			НСРАВ05 = 0,170		

В других вариантах создается нормальный световой режим только на высоте 2 метра с восточной, западной и южной стороны на расстоянии 1,5 метра от ствола.

Продуктивность насаждений яблони в зависимости от способа обрезки

Лучшая урожайность у сорта Ренет Симиренко оказалась в ежегодной нагружающей обрезке, и в среднем по годам составила 114,5ц/га. Для сорта Айдаред, этот вариант тоже является самым лучшим – 158,5ц/га. Несмотря на то, что при ежегодной нагружающей обрезке освещение в разных частях кроны поступило неравномерно (табл.4).

При нагружающей обрезке через год у сорта Ренет Симиренко урожайность в среднем составила 79,5ц/га, что ниже, чем во втором варианте, но выше контроля. У сорта Айдаред – 120ц/га.

При нагружающей обрезке через два года урожайность у сортов

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

соответствует урожайности предыдущему варианту.

При классической обрезке (контроль), урожайность для сорта Ренет Симиренко выявилась самой низкой 53,5ц/га, у сорта Айдаред она в 2 раза выше - 105ц/га.

Таким образом, можно сделать вывод, что вариант ежегодная нагружающая обрезка является лучшим способом из исследуемых вариантов. Если выбирать из сортов, то предпочтение нужно отдать сорту Айдаред, так как он является более урожайным. Также если брать во внимание освещение кроны, которая была не равномерной со всех сторон кроны, урожайность все равно является лучшей. А если использовать этот вариант на предприятии с орошением тогда урожайность увеличится в несколько раз.

Таблица 4

Урожайность сортов яблони (ц/га) за 2015-2016гг.

Способы агроприемов	Сорта яблонь					
	Ренет Симиренко			Айдаред		
	2015	2016	Среднее по годам	2015	2016	Среднее по годам
Классическая обрезка (контроль)	72	35	53,5	124	86	105
Ежегодная нагружающая обрезка	104	125	114,5	164	153	158,5
Нагружающая обрезка через год	107	52	79,5	139	102	120,5
Нагружающая обрезка через два года	84	67	75,5	124	117	120,5
$НСР_{0,5}$ = 25.61	$НСР_{0,5(сорт)}$=17,68		$НСР_{0,5(обрезка)}$=21,34		$НСР_{0,5(сорт\ х\ обрезка)}$ = 24,61	

Экономическая эффективность производства плодов

Из полученных расчетов видно, что вариант ежегодная нагружающая обрезка является более прибыльным приемом, в отличии от других вариантов (табл.5). Следует указать, что ежегодная нагружающая обрезка по трудоемкости является наибольшей, но и урожайность ее

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

тоже была наивысшей. Например, при урожайности Ренет Симиренко 114,5 ц/га трудоемкость в нагружающей обрезке составила 756,77 чел.-час./га, а при контроле – урожайность 53,5 ц/га трудоемкость составила 682,76 чел.-час./га.

При разной урожайности затраты труда на производство плодов практически одинаковы. Это означает, что затраты труда по уходу за садом тоже являются практически одинаковы, но чистый доход в данном случае очень сильно отличается в нагружающей обрезке доход составляет 241,6 тыс.руб./га, а при контроле 9,41 тыс.руб./га. Соответственно уровень рентабельности составляет во втором варианте 111,64%, а в первом 4,5%.

При нагружающей обрезке через год и через два года урожайность практически одинакова, соответственно все остальные данные тоже похожи. Но если сравнить с контролем, тогда наблюдается разница в чистом доходе и уровне производственной рентабельности. Например, в сорте Ренет Симиренко в третьем варианте чистый доход составил 108,26 тыс.руб./га в четвертом 93,02 тыс.руб./га, а контроль 9,21 тыс.руб./га, соответственно уровень рентабельности равен 51,62 %; 44,51 %; и 4,5%. В сорте Айдаред в третьем и в четвертом варианте чистый доход составил 197,84 тыс.руб./ га, а в контроле 138,79 тыс.руб./га; соответственно уровень рентабельности равен 69,63 % и 49,36 %.

Таким образом, нагружающая обрезка показала себя как наиболее эффективной при использовании с экономической точки зрения. Также, немало важную роль в увеличении эффективности производства играет выбор сорта.

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 5

Экономическая эффективность производства плодов яблони в зависимости от способов агротехнологических приемов

Способ агроприемов	Урожайность, ц/га	Затраты труда на производство плодов, чел.-час./га	Цена реализации, руб/т	Себестоимость, тыс.руб./га	Стоимость валовой продукции тыс.руб./га	Затраты, тыс.руб./га	Чистый доход тыс.руб./га	Уровень производственной рентабельности, %
Ренет Симиренко								
Классическая обрезка (контроль)	53,5	682,76	40	38,28	214,00	204,79	9,21	4,50
Ежегодная нагружающая обрезка	114,5	756,77	40	18,90	458,00	216,40	241,60	111,64
Нагружающая обрезка через год	79,5	714,31	40	26,38	318,00	209,74	108,26	51,62
Нагружающая обрезка через два года	75,5	709,45	40	27,68	302,00	208,98	93,02	44,51
Айдаред								
Классическая обрезка (контроль)	105	1009,69	40	26,78	420,00	281,21	138,79	49,36
Ежегодная нагружающая обрезка	158,5	1074,60	40	18,38	634,00	291,39	342,61	117,58
Нагружающая обрезка через год	120,5	1028,49	40	23,58	482,00	284,16	197,84	69,63
Нагружающая обрезка через два года	120,5	1028,49	40	23,58	482,00	284,16	197,84	69,63

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

Выводы:

1. Наибольше суммарной солнечной радиации поступило в крону яблони при классической обрезке (контроль) и составила 0,562кал/см^2 мин. Однако, не смотря на лучшее освещение урожайность в данном варианте составила у сорта Ренет Симиренко 53,5ц/га, у Айдареда 105 ц/га. Уровень производственной рентабельности также самый низкий 4,5% у сорта Ренет Симиренко и 49,36% у Айдареда.
2. Лучшая урожайность оказалась в варианте с ежегодной нагружающей обрезкой: у деревьев сорта Ренет Симиренко - 114,5 ц/га, у Айдареда - 158,5 ц/га. Уровень рентабельности превышает 100% у обоих изучаемых сортов – это показывает то, что при выполнении данного приема экономическая эффективность производства находится на высоком уровне.
3. При выполнении нагружающей обрезки через год и через два года урожайность составила в сорте Ренет Симиренко 79,5 и 75,5 ц/га, в сорте Айдаред 120,5 ц/га. Эти показатели несколько ниже данных за первый год выполнения приема, но превышают данные, полученные у контроля.

Библиографический список

1. Адамень, Ф.Ф. Крымское плодоводство - история и современное состояние / Ф.Ф Адамень., А.Ф. Сташкина - Симферополь, 2012. - 70 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. Ващук И. И. Совершенствование организации и повышение устойчивого развития садоводства в современных условиях - Режим доступа: http://apej.ru/article/09-08-16. – (дата обращения 10.09.2017).

3. Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Бурлак В.А, Потанин Д.В., и др. Современное садоводство Республики Крым. – 2016 год – Симферополь – 288с.

4. Потанин Д.В. Инновационные технологии в садоводстве. Под редакцией LAP LAMBERT Academic Publishing – 2016. – 452с.

5. Мичурин И.В.Сочинения. Том 4-й сборный издательство второе. ОГИЗ Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. Москва – 1948 – 803с.

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. РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631/635

Герасименко В.Н., Ивчек А. Н., Коваль Ю.О. Сравнительная биоэнергетическая оценка некоторых приемов возделывания сои в Краснодарском крае

Comparative bioenergetic assessment of some methods of soybean cultivation in the Krasnodar region

Герасименко Виталий Николаевич
канд. с.-х наук, доцент кафедры общего и орошаемого земледелия
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
Ивчек Алексей Николаевич
Магистрант 2 курса, факультет «Агрономии и экологии»,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
Коваль Юлия Олеговна
Магистрант 2 курса, факультет «Агрономии и экологии»,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
Gerasimenko Vitaliy Nikolaevich
Cand. of Agricultural Sc., Associate Professor of the Department of General and Irrigated AgricultureFederal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”
Ivchek Aleksey Nikolaevich
Graduate Student, Faculty of Agronomies and ecologies,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”
Koval Julia Olegovna
Graduate Student, Faculty of Agronomies and ecologies,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”

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

Аннотация. В статье затронуты вопросы биоэнергетической оценки, некоторых приемов возделывания сои в Краснодарском крае. Определен выход энергии, выявлены затраты совокупной энергии и приращение энергии с 1 га при возделывании сои. Рассчитаны коэффициенты соотношения полученной и затраченной энергии и чистой эффективности, а так же установлены затраты труда и топлива при выращивании сои с использованием различных агроприемов. Предложены агроприемы способствующие повышению биоэнергетической эффективности выращивания сои в Краснодарском крае.

Ключевые слова: биоэнергетическая эффективность, соя, основной способ обработки почвы, система минеральных и органических удобрений, затраты совокупной энергии.

Abstract. In article are touched questions bioenergy efficiency, some acceptance to cultivate soybean in Krasnodar region. Certain output to energy, is revealled expenseses to total energy and incrementation to energy with 1 hectare under cultivate soybean. The Calculated factors of the correlation got and spent to energy and clean efficiency, but is in the same way installed expenseses of the labour and fuel under cultivate soybean with use different technology. They are offered technology promoting increasing bioenergy to efficiency to cultivate soybean in Krasnodar region.

Keywords: bioenergy efficiency, soybean, main way of the processing of ground, system mineral and organic fertilizers, expenseses to total energy.

Биоэнергетическая оценка эффективности тех или иных агроприемов возделывания сельскохозяйственных культур не потеряла своей актуальности и в настоящее время. Ведь стоимость энергоносителей изменяется, а энергоемкость любого приема не зависит, от сею минутных изменений конъюнктуры рынка, и оказывает воздействие на все факторы и элементы воспроизводственного процесса.

Такая методика оценки различных агроприемов возделывания сельскохозяйственных культур дает возможность сопоставить количество накопленной биологической энергии с затратами антропогенной энергии [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|

Количественно оценивая энергетическую стоимость полученной сельскохозяйственной продукции можно сравнить агрофитоценозы по расходу энергии, затраченной на единицу продукции при различных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Сравнительную биоэнергетическую оценку некоторых приемов возделывания сои можно оценить сравнением количества затраченной антропогенной энергии с накопленной в урожае [2, 3].

Приемы возделывания сои представлены в таблице 1.

Изучали – основной способ обработки почвы и систему минеральных и органических удобрений применяемых в семипольном травяно-зернопропашном севообороте.

При замене в качестве основной обработки почвы отвальной вспашки безотвальным рыхлением выход энергии с 1 га увеличивался с 31,07 до 32,07 ГДж. Поверхностная обработка при возделывании сои снижала выход энергии с 1 га на 19,8 %.

Приращение энергии, несомненно, зависит от вложенных совокупных затрат энергии. Затраты совокупной энергии на 1 га в зависимости от способа основной обработки почвы изменялись от 9,32 ГДж на поверхностной обработке до 10,24 ГДж на отвальной вспашке. Несмотря на то, совокупные затраты энергии на безотвальном рыхлении занимали промежуточное положение, приращение энергии с 1 га было наибольшим и составило 22,53 ГДж. Важным критерием энергетической эффективности является коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии, характеризующий отношение энергии, полученной в урожае, к энергии, затраченной на возделывание культуры.

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

Затраты совокупной энергии и коэффициент чистой эффективности в зависимости от приемов возделывания сои

Система основной обработки почвы в севообороте	Система удобрений в севообороте	Урожайность, ц с 1 га	Выход энергии с 1 га, ГДж, всего	Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	Приращение энергии, ГДж	Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	Коэффициент чистой эффективности
Отвальная вспашка на 25-27 см (контроль)	без удобрений (контроль)	18,8	31,07	10,24	20,83	3,03	2,03
	минеральные удобрения ($N_{30}P_{50}$ по д. в. под основную обработку)	20,3	33,56	16,01	17,55	2,10	1,10
	органические удобрения (в севообороте внесение навоза 80 т/га под сахарную свеклу, заделка соломы озимой пшеницы 6 т/га + 7 т/га под сахарную свеклу + 3,5 т/га соломы сои под кукурузу)	20,7	34,21	10,95	23,26	3,12	2,12
Безотвальное рыхление на 25-27 см	без удобрений	19,4	32,07	9,54	22,53	3,36	2,36
	минеральные удобрения ($N_{30}P_{50}$ по д. в. под основную обработку)	20,4	33,72	15,31	18,41	2,20	1,20
	органические удобрения (в севообороте внесение навоза 80 т/га под сахарную свеклу, заделка соломы озимой пшеницы 6 т/га + 7 т/га под сахарную свеклу + 3,5 т/га соломы сои под кукурузу)	21,9	36,20	10,25	25,95	3,53	2,53
Поверхностная обработка на глубину 6–8 см в 2 следа	без удобрений	15,2	25,13	9,32	15,81	2,70	1,70
	минеральные удобрения ($N_{30}P_{50}$ по д. в. под основную обработку)	17,7	29,25	15,09	14,16	1,94	0,94
	органические удобрения (в севообороте внесение навоза 80 т/га под сахарную свеклу, заделка соломы озимой пшеницы 6 т/га + 7 т/га под сахарную свеклу + 3,5 т/га соломы сои под кукурузу)	18,8	31,07	10,03	21,04	3,10	2,10

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

Использование безотвального рыхления под сою позволило увеличить этот коэффициент до 3,36 и получить коэффициент чистой эффективности – 2,36.

Биоэнергетическая эффективность минеральных удобрений вносимых под сою оказалась низкой не зависимо от способа основной обработки почвы. Это связано с высокой стоимостью удобрений и затратами на доставку и внесение, а увеличение урожайности семян сои от минеральных удобрений незначительное, учитывая, что соя – азотфиксирующая культура.

Органические удобрения, вносимые в севообороте, и в частности под сою оказались довольно эффективными. В абсолютных значениях на фоне этих удобрений по всем обработкам почвы получены максимальные коэффициенты чистой эффективности. На фоне безотвального рыхления он составил 2,53.

Анализируя затраты при возделывании сои можно сделать вывод о том, что затраты чел.-ч. и расход жидкого топлива на 1 га изменялись по вариантам опыта не значительно (таблица 2).

Таблица 2

Затраты труда и жидкого топлива в зависимости от приемов возделывания сои

Система основной обработки почвы в севообороте	Система удобрений в севообороте	Затраты труда, чел.-ч.		Расход жидкого топлива, кг	
		на 1 га	на 1 т семян	на 1 га	на 1 т семян
Отвальная вспашка на 25-27 см (контроль)	без удобрений (контроль)	14,44	7,68	68,0	36,2
	минеральные удобрения	15,03	7,40	75,0	36,9
	органические удобрения	14,69	7,10	70,7	34,2
Безотвальное рыхление на 25-27 см	без удобрений	14,48	7,46	59,1	30,5
	минеральные удобрения	15,10	7,40	66,1	32,4

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

Система основной обработки почвы в севообороте	Система удобрений в севообороте	Затраты труда, чел.-ч.		Расход жидкого топлива, кг	
		на 1 га	на 1 т семян	на 1 га	на 1 т семян
	органические удобрения	14,76	6,74	64,8	28,2
Поверхностная обработка на глубину 6–8 см в 2 следа	без удобрений	14,01	9,2	56,6	37,2
	минеральные удобрения	14,63	8,27	63,6	35,9
	органические удобрения	14,69	7,81	59,3	31,5

Минеральные удобрения повышали в целом эти показатели, но затраты труда и топлива потраченные на получение 1 т семян при применении органических удобрений на фоне безотвального рыхления оказались минимальными.

Самым энергоемким является возделывание сои с использованием в качестве основной обработки отвальной вспашки с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{50}$ по д. в., совокупные затраты энергии 1 га составили 16,01 ГДж. В структуре энергетических затрат на энергию удобрений приходится – 31,7 %, жидкое топливо – 37,2 %, с.-х. технику – 17,9.

На основании сравнительной биоэнергетической оценки некоторых приемов возделывания сои можно сделать следующие выводы:

1. Возделывание сои с использованием в качестве основной обработки отвальной вспашки с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{50}$ по д. в. биоэнергетически не эффективно.

2. Наиболее целесообразным является при выращивании сои применение безотвального рыхления и на его фоне органических удобрений. Эти приемы возделывания повышали коэффициент чистой эффективности до 2,53.

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. Применение органических удобрений на фоне безотвального рыхления снижает затраты труда чел.-ч. и расход жидкого топлива на создание 1 т семян сои.

Библиографический список

1. Герасименко В.Н. Продуктивность сои в условиях орошения в зависимости от способа основной обработки почвы и удобрений на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Краснодар. – 1998. – 24 с.

2. Масливец В.А., Герасименко В.Н., Макаренко С.А. Промежуточные посевы – фактор биологизированного рисоводства / В.А. Масливец, В.Н. Герасименко, С.А. Макаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 103. – С. 1245 – 1253.

3. Сисо А.В., Югов А.В., Герасименко В.Н. Биоэнергетическая оценка различных агроприемов возделывания озимой пшеницы, сахарной свеклы и сои в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте/ А.В. Сисо, А.В Югов, В.Н. Герасименко// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – № 28. – С. 94 – 103.

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 6. ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 621.6

Бычкова И.М. Экономическое обоснование технического решения по предупреждению гидратообразования в автономных системах газоснабжения

Economic justification of the technical solution for the prevention of hydrate formation in autonomous gas supply systems

Бычкова Ирина Михайловна,
Ассистент кафедры Теплогазоснабжение, вентиляция, водообеспечение и прикладная гидрогазодинамика,
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
Bychkova Irina Mikhailovna,
Assistant of the Chair Heat and Gas Supply, Ventilation, Water Supply and Applied Hydrogasodynamics,
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Аннотация. В статье рассматривается техническое решение по предупреждению гидратообразования в автономных системах газоснабжения, приводятся характеристики отдельных элементов системы предупреждения гидратообразования по предлагаемому решению, определяется экономическая составляющая метода предупреждения кристаллизации влаги в регуляторах давления резервуарных установок, определяются затраты в предлагаемое решение.

Ключевые слова: экономическое обоснование, автономные системы газоснабжения, гидратообразование, сжиженный углеводородный газ, тепловая изоляция, теплоноситель, редуцирующая головка, резервуарная установка, паровая фаза.

Abstract. The article discusses a technical solution to prevent hydrate formation in autonomous gas supply systems, characteristics are given of separate elements of system of the prevention of hydrates formation according to the proposed solution, the economic component defines the method of crystallization of moisture in pressure regulators of reservoir units, are determined by the costs of the proposed solution.

Keywords: economical substantiation, autonomous gas supply systems, hydrate formation, liquefied hydrocarbon gas, thermal insulation, heat carrier, reducing head, reservoir plant, vapor phase.

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 нормальной работы регуляторов давления и предотвращения конденсации паровой фазы сжиженного углеводородного газа (СУГ) в трубопроводной обвязке необходим обогрев редуцирующих головок резервуарных установок (рисунок 1) [1].

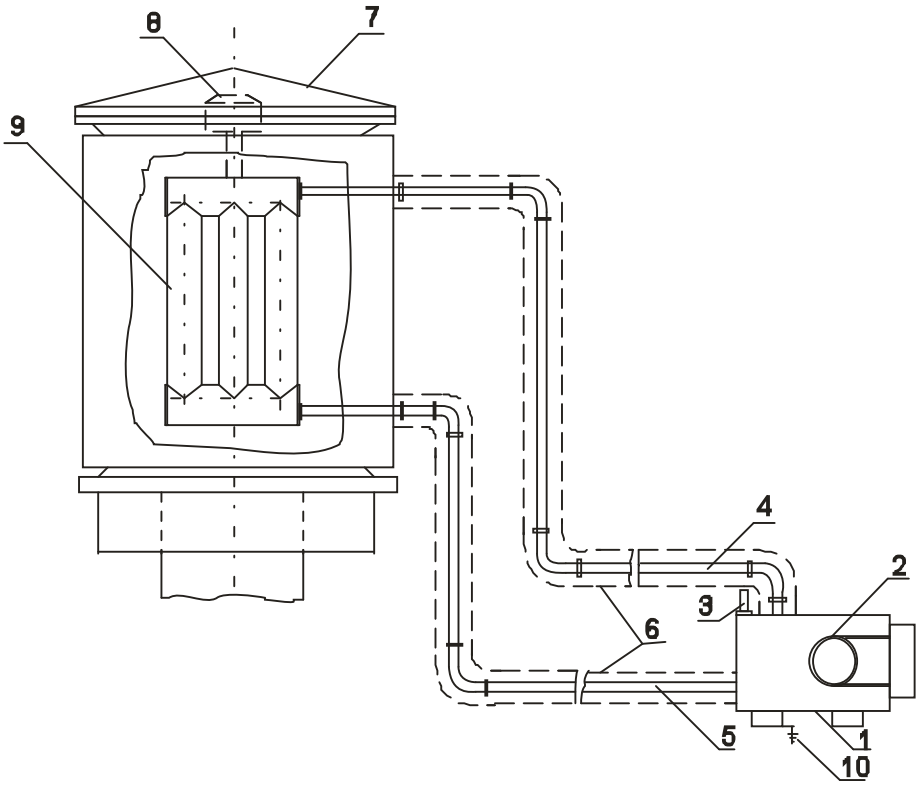


Рисунок 1. Схема обогрева редуцирующей головки с помощью радиатора:
1 – электрический котел; 2 – трубчатый электронагреватель; 3 – термометр; 4 – трубопровод с теплоносителем; 5 – обратный трубопровод; 6 – теплоизоляция; 7 – кожух редуцирующей головки; 8 – расширительный бак; 9 – радиатор; 10 – заземление.

Внутри изолированного кожуха редуцирующей головки (7) устанавливается регистр из гладких труб. Кожух покрывается тепловой изоляцией (6) - пенополиуретан типа ППУ-40, толщиной 0,1 м. В качестве теплоносителя применяется антифриз концентрат марки 65 или другая жидкость, имеющая температуру застывания не выше минус 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|

◦ С.

Нагрев теплоносителя происходит в электрическом котле (1) трубчатым электронагревателем (2), мощностью 1 кВт. Для безопасной эксплуатации электрокотел располагается на расстоянии не менее 5 м от редуцирующей головки резервуара. Циркуляция теплоносителя в радиаторе (9) осуществляется за счет гравитационного напора. Теплоноситель от электрокотла к радиатору подводится по трубопроводу (4). Трубопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,01 по ходу движения теплоносителя. Отвод воздуха из системы осуществляется через расширительный бак (8), устанавливаемый на радиаторе в его верхней точке. Трубы и котел тщательно изолируются от окружающего воздуха цилиндрами минераловатными, толщиной 0,025 м, каширированными алюминиевой фольгой.

Для определения экономической составляющей предлагаемого метода предупреждения кристаллизации влаги в регуляторах давления резервуарных установок определим затраты в предлагаемый вариант. Характеристики отдельных элементов системы предупреждения гидратообразования по предлагаемому варианту приведены в табл. 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

Технические характеристики отдельных элементов

Наименование элемента	Количество	Характерный размер	Срок службы, лет	Примечание
1. Котел электрический, Номинальная мощность 1кВт	шт	-	8	-
2. Стальная бесшовная труба диаметром 38х3 мм по ГОСТ 8732-78 сталь 09г2с с гидроизоляцией полимерной лентой толщиной 2 мм по ГОСТ 9.602-2016	м	Длина 10 м	35	
3. Тепловая изоляция - пенополиуретан типа ППУ-40 по ГОСТ 12.1.044-89	$м^3$	Толщина 0,1м	20	$\lambda_{из}$=0,019 Вт/(м·К)
4. Тепловая изоляция подающего и обратного трубопровода – Цилиндры ROCKWOOL (минеральная вата на основе базальтовых пород кашированными армированной алюминиевой фольгой)	м.п	Толщина 0,025м	25	плотность140 кг/$м^3$ $\lambda_{из}$=0,04 Вт/(м·К)
5. Трехрядный Регистр из гладких труб диаметром 38х3 мм и длиной регистра 0,7 м РЗП-3х42х2	1 шт	3 секции	35	-
6. Антифриз ГОСТ 159-52 Марка 65	л	-	5	-
7. Расширительный бак	л	3	35	

Затраты в предлагаемый вариант, определяются согласно методических рекомендаций [2]:

$$З_1 = \left[\sum_{p=1}^{P} K_{1p} \sum_{m=0}^{n} \alpha_{t=mt_0} + И_1 \sum_{t=1}^{T} (1+E)^{-t} \right] \quad (1)$$

где K_{1p} – капитальные вложения в p-ый элемент системы по предлагаемому варианту, соответственно, руб.;

m – номер очередных капитальных вложений;

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 – количество очередных капитальных вложений (количество замен p-го элемента за срок службы системы);

$t=mt_0$ – год очередных капитальных вложений;

t_0 – срок службы p-го элемента системы, лет;

α – коэффициент эффективности капитальных вложений, 1/год [2];

$И_1$ – эксплуатационные расходы на обслуживание, энергетические ресурсы по предлагаемому варианту, соответственно, руб./год;

t – номер года эксплуатации;

T – срок службы системы, лет;

E – норма дисконта, 1/год, принимается равной средней кредитной ставке банка в условиях рыночной экономики, E=0,1 1/год.

Количество замен p-го элемента за срок службы системы определяется по формуле:

$$n=\frac{T}{t_0}-1. \qquad (2)$$

Срок службы варианта принимается равным T=30 лет. Монтаж технического устройства по обогреву редуцирующих головок резервуаров осуществляется в пределах одного года. В связи с этим, капвложения $К_{1p}$ в формуле (1) не дисконтируются во времени [2].

Капитальные вложения по предлагаемому варианту, согласно формуле (1) и рис.1, определяются как:

$$\sum_{p=1}^{P} К_{1p} \sum_{m=0}^{n} \alpha_{t=mt_0} = \left[K_2 + K_5 + K_7 + (K_1 + K_3 + K_4 + K_6) \sum_{m=0}^{n} \alpha_{t=mt_0} \right] \psi_{np}, \qquad (3)$$

где $К_1 ... К_7$ – капвложения в элементы системы, приведены в табл. 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

Капвложения по предлагаемому варианту

Обозначение и наименование элементов капвложений и других единовременных затрат	Единица измерения	Количество	Цена единицы, руб.	Капиталовложения $K_1 \dots K_7$, руб.
1. Котел электрический, номинальная мощность 1 кВт, в том числе - стоимость; - стоимость монтажа	шт	1	3500 1050	3500 1050
			Итого	4550
2. Стальная бесшовная труба диаметром 38х3 мм с гидроизоляцией полимерной лентой толщиной 2 мм, в том числе: - стоимость изоляции; - стоимость монтажа	руб./м	10 м	80 24	800 240
			Итого	1040
3. Тепловая изоляция - пенополиуретан типа ППУ-40 по ГОСТ 12.1.044-89, в том числе: - стоимость; - стоимость монтажа	руб./м^3	0,3 м^3	12000 3600	3600 1080
			Итого	4680
4. Тепловая изоляция подающего и обратного трубопровода – цилиндры ROCKWOOL, в том числе: - стоимость; - стоимость монтажа	руб./м	10 м^2	95 20	950 200
			Итого	1150
5. Трехрядный регистр из гладких труб диаметром 40 мм и длиной регистра 0,7 м, в том числе: - стоимость; - стоимость монтажа	шт	1	1400 450	1400 450
			Итого	1850
6. Антифриз ГОСТ 159-52 Марка 65, в том числе: - стоимость; - стоимость монтажа	л	45	60 15	2700 675
			Итого	3375
7. Расширительный бак, в том числе: - стоимость; - стоимость монтажа	шт	1	600 150	600 150
			Итого	750

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

Приведенный поправочный коэффициент $\psi_{пр}$ в (3) определяется по формуле:

$$\psi_{пр} = \psi_{нр} \cdot \psi_{пн} \cdot \psi_{ндс}, \quad (4)$$

где $\psi_{нр}$ – коэффициент, учитывающий удорожание работ за счет накладных расходов, $\psi_{нр}$=1,16 (16% стоимости работ);

$\psi_{пн}$ – коэффициент, учитывающий удорожание работ за счет плановых накоплений, $\psi_{пн}$=1,12 (12% от суммы сметных капвложений $K_1 ... K_7$ и накладных расходов);

$\psi_{ндс}$ – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость, $\psi_{ндс}$=1,18.

Тогда, согласно (4):

$$\psi_{пр}=1{,}16 \cdot 1{,}12 \cdot 1{,}18=1{,}53.$$

Капитальные вложения по базовому варианту, согласно формуле (1), с учетом (3) и табл. 2, составляют:

$$\sum_{p=1}^{P} K_{1p} \sum_{m=0}^{n} \alpha_{t=mt_0} = 1.53 \cdot \left[1040 + 1850 + 750 + 4550 \sum_{m=0}^{3} \alpha_{t=m\cdot 8} + \sum_{m=0}^{1} \alpha_{t=m\cdot 20} (4680 + 1150) + 3375 \sum_{m=0}^{6} \alpha_{t=m\cdot 5} \right] =$$

45799 руб.

Эксплуатационные затраты определяются как:

$$И_1 \sum_{t=1}^{T} (1+E)^{-t} = (\varphi_1 K_1 + \varphi_2 (K_2 + K_5 + K_7) + \varphi_3 (K_3 + K_4) + \varphi_4 K_6 + c_э g_э \tau) \sum_{t=1}^{T} (1+E)^{-t}, \quad (5)$$

где φ_1 – доля годовых отчислений на эксплуатацию котла [2];

φ_2 – доля годовых отчислений на эксплуатацию трубопроводной обвязки, регистра и расширительного бака [2].

φ_3 – доля годовых отчислений на эксплуатацию тепловой изоляции оборудования [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|

φ_4 – доля годовых отчислений на эксплуатацию теплоносителя в системе обогрева[2].

$c_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, расходуемой электрокотлом, руб./(кВт·ч) [3];

$g_э$ – количество электроэнергии, потребляемое устройством. Согласно табл. 1, принимается равным 1 кВт;

τ – продолжительность эксплуатации системы обогрева в течение года 3600 часов/год [4].

Эксплуатационные расходы по формуле (5) составят:

$$И_1 \sum_{t=1}^{T} (1+E)^{-t} = (0.073 \cdot 4550 + 0.105(1040 + 1850 + 750) + 0{,}043(4680 + 1150 + 0{,}075 \cdot 3375 + 10800)) \cdot \sum_{t=1}^{30} (1+0.1)^{-t} = 112604 руб$$

Затраты по предлагаемому варианту за весь срок эксплуатации составляют:

$З_1$=45799+112607=158403 руб.

В соответствии с полученными расчетами удорожание системы автономного газоснабжения за счет применения технического устройства по предупреждению гидратообразования составит 5280 руб/год. Таким образом, необходимо учитывать указанные затраты при определении экономической эффективности предлагаемых решений для предупреждения гидратообразования при наличии других вариантов.

Библиографический список

1. Курицын Б.Н., Осипова Н.Н., Максимов С.А. Разработка и обоснование технических решений по предупреждению гидратообра-

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

зования в системах резервуарного снабжения сжиженным газом / Приволжский научный журнал / Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. №1 (25). С.73-80.

2. Курицын Б.Н., Осипова Н.Н. Технико-экономическая оптимизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Учебное пособие / Саратов: СГТУ, 2009. 72 с.

3. Тарифы на электрическую энергию для населения и приравненным к нему категориям потребителей по Саратовской области / Утверждены Постановлением комитета государственного регулирования тарифов Саратовской области от 16 декабря 2016 г. № 73/1. 12 с.

4. Медведева О.Н., Осипова Н.Н. Газоснабжение населенных пунктов. Монография / Саратов, 2011. 104 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|

СЕКЦИЯ 7. СВЯЗЬ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МАССОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

УДК 621.396

Коптев Д.С. Актуальность исследования влияния дестабилизирующих факторов на приём фазомодулированных сигналов малой позиционностив спутниковых системах связи

The relevance of the study of the influence of destabilizing factors on the reception of phase-modulated signals of small positionality in satellite communication systems

Коптев Дмитрий Сергеевич,
сотрудник кафедры космического приборостроения и систем связи Юго – Западного государственного университета, г. Курск, Россия,
d.s.koptev@mail.ru
Koptev Dmitry Sergeevich,
employee of the Department of Space Instrument Engineering and Communication Systems
Southwestern State University, Kursk, Russia

Аннотация. В настоящее время при синтезе высокоскоростных спутниковых систем для обеспечения высокой энергетической эффективности целесообразно исследование среды распространения сигнала, с целью учёта её влияния. Особенностью спутникового радиоканала является его большая физическая протяженность, что на ряду с помехами в виде теплового излучения земной поверхности, поглощением в атмосфере, рефракцией, деполяризацией, многолучевым распространением сигнала и многими другими негативными факторами не позволяет обеспечить линейность его амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик. Это обстоятельство приводит к появлению энергетических потерь нешумового характера.

Ключевые слова:спутниковые системы связи, эквивалентные энергетические потери, отношение сигнал/шум, амплитудно – частотная характеристика, фазо – частотная характеристика.

Abstract. At present, in the synthesis of high-speed satellite systems to ensure high energy efficiency, it is advisable to study the signal propagation environment in order to take into account its influence. The peculiarity of the satellite radio channel is its large physical extent, which,

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

along with interference in the form of thermal radiation from the earth's surface, absorption in the atmosphere, refraction, depolarization, multipath signal propagation and many other negative factors, does not allow to ensure the linearity of its amplitude-frequency and phase-frequency characteristics . This circumstance leads to the appearance of energy losses of a non-noise character.

Keywords: satellite communication systems, equivalent energy losses, signal to noise ratio, amplitude - frequency characteristic, phase - frequency response.

Спутниковая связь начала своё развитие в середине 60 – х годов XX века с появлением советского спутника «Молния» и американского «Телстар» и с этого времени по сегодняшний день бурно развивается. К настоящему времени создано и продолжает создаваться большое число систем спутниковой связи и вещания, различных по функциональным возможностям, обслуживаемой зоне, составу, информационной ёмкости, виду используемой орбиты.

В условиях постоянно возрастающих требований к спутниковым системам связи по скорости передачи данных и вероятности символьной ошибки возникает необходимость в обеспечении высокой как спектральной, так и энергетической эффективности данных телекоммуникационных систем. Решением этой проблемы является увеличение ширины полосы пропускания, применение многопозиционных видов модуляции, увеличение мощности передатчиков и многое другое. Данные приёмы стали основой технического прорыва в сфере коммуникаций в 90-х годах, но на данном этапе развития спутниковой связи из – за жесткого дефицита частотного ресурса и стремления снизить массогабаритные показатели бортовой аппаратуры и аппаратуры земных станций становятся малоприменимыми.

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 при синтезе высокоскоростных спутниковых систем для обеспечения высокой энергетической эффективности целесообразно исследование среды распространения сигнала, с целью учёта её влияния. Особенностью спутникового радиоканала является его большая физическая протяженность, что на ряду с помехами в виде теплового излучения земной поверхности, поглощением в атмосфере, рефракцией, деполяризацией, многолучевым распространением сигнала и многими другими негативными факторами не позволяет обеспечить линейность его амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик. Это обстоятельство приводит к появлению энергетических потерь нешумового характера.

В работах Мухина И. Е. [3], Лезина Ю. С. [11], Королёва А. И. [15] данный тип потерь, вызванных неидеальностью АЧХ и ФЧХ пространственных фильтров исследован применительно к сигналам с квадратурной амплитудной модуляцией высокой позиционности. Результаты проведенных исследований весьма значительны и говорят о том, что достоверный приём символов системой с пространственным фильтром частотной селекции, имеющим неравномерность АЧХ более 3 дБ практически невозможен. Исходя из этого, становится актуальным исследование указанных выше факторов применительно к наиболее используемым сигналам в спутниковых линиях связи: ФМ-2 и ФМ-4.

Целью данной статьи является исследование энергетических потерь нешумового характера, вызванных неравномерностью амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик спутникового радиоканала при приёме сигналов с фазовой модуляцией позиционности 2, 4.

Данная работа может найти применение при анализе,

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

проектировании и разработке и/или модернизации современных спутниковых систем связи и их отдельных модулей, а также может быть использована при оценке мешающего влияния помех в спутниковых радиоканалах.

Тенденция развития мировой сети электросвязи обусловлена переходом человеческого общества от индустриальной фазы развития к информационной и характеризуется интеграцией и конвергенцией телекоммуникационных сетей. Эта тенденция стала проявляться еще в конце прошлого столетия, когда системы связи стали переходить на цифровые формы передачи информации. Развитие технологий связи привело к созданию глобальных сетей для передачи больших объемов информации с высокой скоростью и надежностью. Следствием этого стало перераспределение международного телекоммуникационного трафика между системами связи.

Основным способом реализации глобальной и региональной сетей связи стало применение оптоволоконных кабелей и спутниковых систем связи, на долю которых в настоящее время приходится четверть общего мирового трафика.

В ближайшие годы предполагается постоянный рост числа задействованных ретрансляторов спутниковой связи примерно на 3…6% в год, причем более быстро будет возрастать доля ретрансляторов, используемых для передачи Интернет – трафика.

Активно продолжается внедрение сетей спутниковых терминалов с малыми размерами антенн (VSAT), что приводит к общему увеличению числа терминалов в мире. Одновременно происходит постоянное наращивание ИСЗ, использующих ретрансляторы Ка – диапазона частот (20/30 ГГц), кроме того, в ближайшие годы следует

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

ожидать появления ИСЗ диапазона частот 40/50 ГГц. Наименование диапазонов и их полосы частот представлены в таблице 1.

Таблица 1

Частотные диапазоны спутниковой связи

Наименование диапазона	Полоса частот, ГГц
L - диапазон	1,452 – 1,550 и 1,610 – 1,710
S - диапазон	1,93 – 2,70
C - диапазон	3,40 – 5,25 и 5,725 – 7,075
X - диапазон	7,25 – 8,40
Ku - диапазон	10,70 – 12,75 и 12,75 – 14,80
Ka- диапазон	15,40 – 26,50 и 27,00 – 30,20
K - диапазон	84,0 – 86,0

В настоящее время широко используется спутниковый телевизионный стандарт DVB – S, однако более перспективен и уже нашел свое применение новый стандарт DVB – S2, который является преемником и дальнейшим развитием стандарта DVB – S. Стандарт DVB – S2 используется для трансляции услуг, которые не могут быть реализованы традиционными методами, например, ТВ сигналов, компрессированных в новых форматах или передаваемых с высоким разрешением HD или 3D. В спутниковые системы связи активно внедряются интегрированные современные телекоммуникационные технологии на основе транспортных протоколов MPEG – 2 и IP/DVB, обеспечивающие не только цифровое вещание, но и передачу данных, телефонию и доступ в Интернет.

Создание систем подвижной и персональной спутниковой связи (СПСС), интегрированных с наземными сетями связи, стало определяющей тенденцией развития технологий связи в начале 21 века. Развитие технологий СПСС осуществляется совместно с технологией

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

наземной подвижной связи третьего (3G) и в перспективе четвертого (4G) поколения. Абонентам представляется широкий спектр телекоммуникационных услуг: речевая и пейджинговая связь, передача данных, определение местоположения, возможность доступа в Интернет и, в перспективе, услуги мультимедиа.

Спутниковые системы связи имеют определенное преимущество при обеспечении универсального широкополосного доступа в Интернет, а также при теле– и радиовещании в малонаселенных районах. Системы на основе низкоорбитальных и геостационарных спутников обеспечивают альтернативное средство подвижной связи для абонентов из любой точки Земли.

Различные системы спутниковой связи обладают своими особенностями, обусловленными, главным образом, характеристиками их орбитальных группировок, но их пользовательские характеристики и предоставляемые услуги имеют много общего.

На сегодняшний день наиболее широкое практическое применение имеет система спутниковой связи Inmarsat. Inmarsat – первая глобальная спутниковая система подвижной связи, которая была введена в эксплуатацию в 1982 г. ССС Inmarsat использует геостационарные спутники – ретрансляторы, обслуживающие все океанские регионы. Для связи с мобильными объектами используется L – диапазон (1,5/1,6 ГГц). Передача сигналов производится через наземные (береговые) станции в С – диапазоне (4/6 ГГц). Каналы в системе предоставляются по требованию.

На рынке этой ССС предлагается свыше 30 типов абонентских терминалов как переносимых, так и подвижных для морского, сухопутного и воздушного использования, обеспечивающих передачу

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

речи, коротких сообщений, факса и передачу данных (рисунок 1).

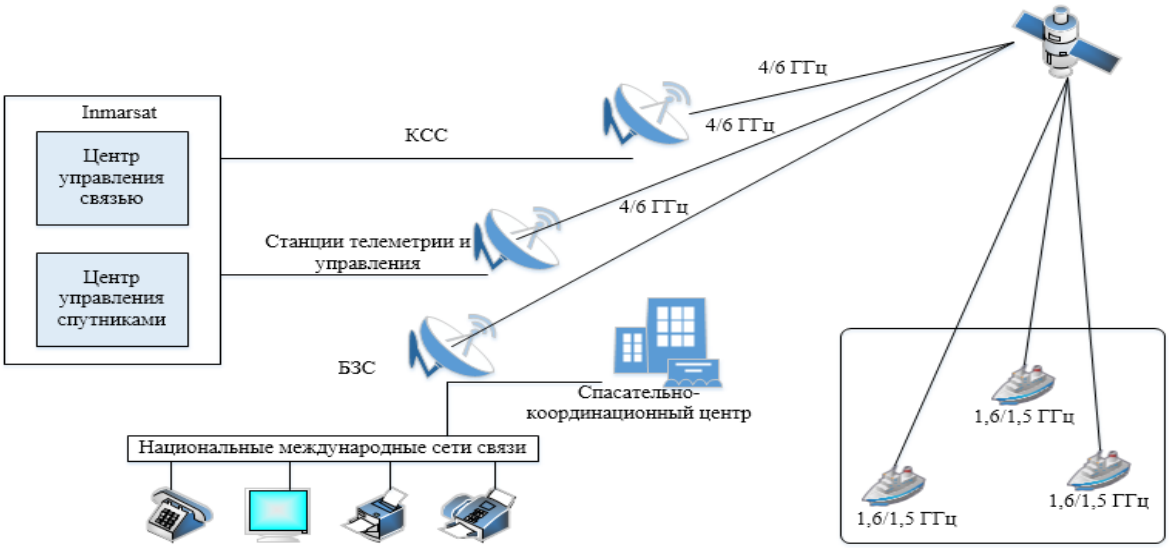


Рисунок 1. Организация связи в ССС Inmarsat

Различные режимы организации связи, параметры сигналов для различных типов терминалов описываются стандартами Inmarsat, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики морских и сухопутных терминалов системы Inmarsat

Стандарт	A	B	C	M	Mini – M
Год начала эксплуатации	1976	1992	1991	1993	1997
Скорость передачи, кбит/с	до 64	24 (речь) до 64 (данные)	0,6	до 8	4,8 (речь) 2,4 (данные)
Модуляция	ЧМ	ФМ-4	ФМ-2	ФМ-4	ФМ-2, ФМ-4
G/T, дБ/К	-4	-4	-23	-12	н/д
ЭИИМ, дБВТ	36	33	14	27	11-17
Полоса, кГц	50	20	5	10	10

Запуск ИСЗ серии Inmarsat – 4 позволил поддерживать функционирование широкополосной глобальной 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|

(BroadbandGlobalAreaNetwork, BGAN).

Зона обслуживания каждого ИСЗ Inmarsat – 4 формируется глобальным лучом (С – диапазон), 19 широкими лучами (L – диапазон) и 200 узкими лучами (L – диапазон). 19 широкополосных лучей обеспечивают рабочую зону всей видимой спутником поверхности для действующих услуг в системе Inmarsat. Они позволяют обеспечить более высокие скорости передачи данных, предусмотренные для прогрессивных вариантов действующего набора терминалов пользователя.

Около 200 узконаправленных лучей покрывают значительную площадь континентального массива в пределах обзора со спутника. Эти узконаправленные лучи позволяют мобильным станциям получить доступ к новым службам мультимедиа в сети BGAN на скоростях передачи данных пользователя до 432 кбит/с.

Первое место по зоне покрытия занимает Iridium, эта ССС обеспечивает 100% покрытие земного шара. Орбиты 66 низкоорбитальных спутников полярные. Особенностью системы является применение межспутниковой связи в диапазоне 23 ГГц для организации глобального охвата. При такой организации связи выход на наземные сети осуществляется с помощью немногочисленных станций сопряжения, с которыми пролетающие над ними спутники обмениваются суммарной глобальной информацией в диапазоне 19/29 ГГц. Связь спутников с мобильными терминалами в L – диапазоне осуществляется в режиме FDMA/TDMA, сходном с применяющимся в сотовых сетях GSM. На одной частоте передается поток TDMA для 8 терминалов. Модуляция ФМ-4, применяется свёрточный код (r=3/4, k=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|

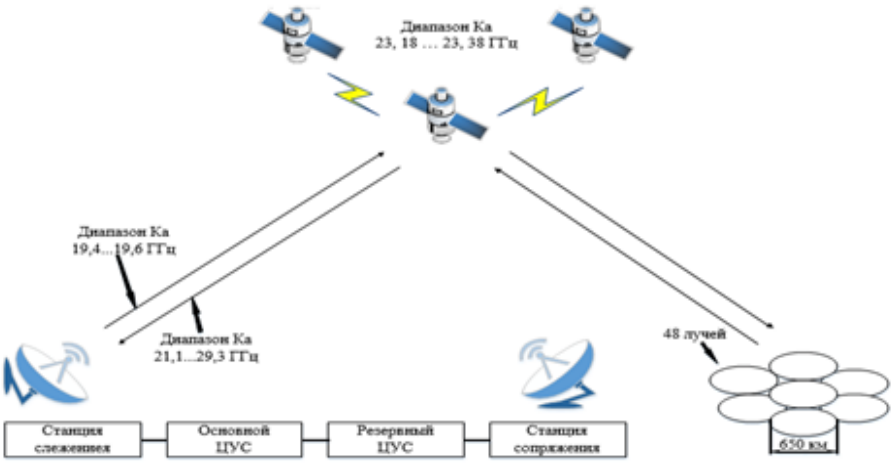


Рисунок 2. Организация радиолиний в ССС Iridium

Второе место по зоне покрытия занимает GlobalStar. Проект GlobalStar отличается применением системы множественного доступа с кодовым разделением (CDMA). Система с кодовым разделением особенно эффективно обеспечивает непрерывность связи при переходе абонента из зоны действия одного луча в зону действия другого луча одного и того же спутника и из зоны видимости одного спутника в зону видимости другого.

Традиционно в системе GlobalStar использование диапазонов частот для связи с мобильным терминалом: на линии вверх применяются частоты 1610…1626,5 МГц (L – диапазон), на линии вниз – 2483,5…2500 МГц (S – диапазон) (рисунок 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|

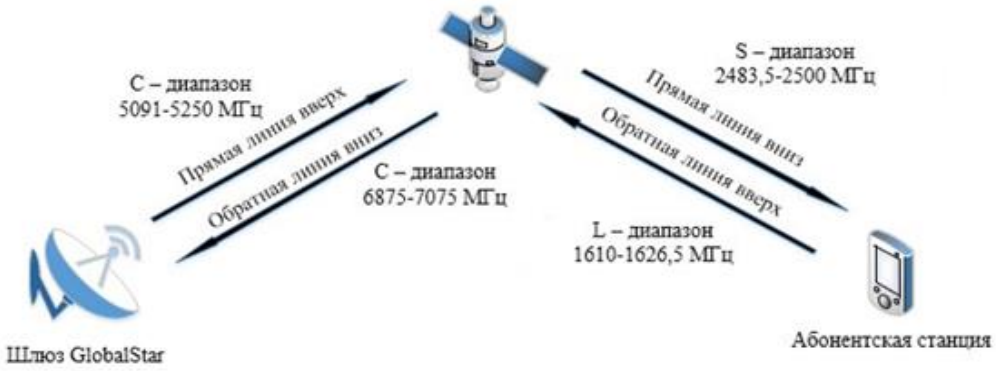


Рисунок 3. Диапазоны частот GlobalStar

На прямой пользовательской стороне (от спутника к пользователю) и на обратной пользовательской стороне (от пользователя к спутнику) используются разные совокупности пространственно – разделенных лучей. В данном направлении в L – диапазоне 1610…1626,5 МГц используются 16 пространственно – разнесенных лучей с полосой 16,5 МГц. В каждом луче может быть до 13 спектральных полос систем с кодовым разделением с полосой 1,23 МГц. Каждый из этих спектров образуется при работе на единой несущей частоте с применением модуляции ФМ-4 одновременно 128 терминалов в режиме кодового разделения.

Система DVB – S утверждена Европейским институтом стандартизации в области электросвязи (ETSI), создана в Европе в рамках проекта цифрового видеовещания (DigitalVideoBroadcasting).

В этой системе используются алгоритм кодирования сигналов изображения и звукового сопровождения, соответствующий основным профилю и уровню стандарта MPEG – 2, и алгоритм транспортного мультиплексирования этого стандарта. Совместное использование упреждающей коррекции ошибок (FEC) для канала на базе кода Рида – Соломона и свёрточного кода, а также алгоритма декодирования

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

Витерби с «мягким» решением обеспечивает высокое качество радиочастотных характеристик системы в условиях тепловых шумов и интерференционных помех. В системе применяются фильтры с характеристиками типа «приподнятый косинус», квадратурная фазовая манипуляция QPSK и когерентное детектирование принимаемого сигнала. В настоящее время в дополнение к стандарту DVB – S широкое распространение получают системы второго поколения (DVB – S2) для видеовещания HD качества, интерактивных услуг, сбора новостей и других широкополосных спутниковых приложений.

DVB – S2 – это спецификация DVB для широкополосных SAT применений второго поколения, разработанная на базе отработанных технологий DVB – S и DVB – DSNG (DigitalSatelliteNewsGathering – цифровая спутниковая видеожурналистика). Система DVB – S2 разрабатывалась в основном для:

– услуг телевизионного вещания стандартной четкости (SDTV) и телевидения высокой четкости (ТВЧ или HDTV);

– интерактивных услуг, включая доступ в Интернет;

– профессиональных приложений.

Для всех этих приложений стандарт DVB – S2 использует последние научные и технические достижения как в области модуляции, так и кодирования, что позволяет увеличить пропускную способность примерно на 30% и более по сравнению с DVB – S. Для реализации компромисса между излучаемой мощностью и спектральной эффективностью в DVB – S2 предусматривается расширенный набор скоростей кодирования (1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9 и 9/10) при различных видах модуляции (QPSK, 8 – PSK, 16 – APSK и 32 – APSK). Скорости кодирования 1/4, 1/3 и 2/5

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

введены для работы в комбинации с модуляцией QPSK для худших условий связи, когда уровень сигнала ниже уровня шума [1].

Форматы QPSK и 8PSK предлагаются для работы с приложениями вещания и могут использоваться в спутниковых транспондерах в режиме работы, близком к насыщению. Благодаря выбору вида модуляции и скоростей кодирования может быть достигнута эффективность использования спектра от 0,5 до 4,5 бит/с/Гц. На рисунке 4 приведены графики сравнения помехоустойчивости и спектральной эффективности систем DVB – S и DVB – S2 при различных сочетаниях видов модуляции и скоростей кодирования.

Рисунок 4. Сравнение помехоустойчивости и спектральной эффективности систем DVB – S и DVB – S2

Российская ССС «Гонец» предназначена для обеспечения передачи информации в цифровом виде между стационарными и подвижными абонентами и может быть использована для первоочередных задач информатизации в регионах, где в настоящее время отсутствует связь.

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

ССС «Гонец» обеспечивает предоставление следующих услуг:

– передачу данных в цифровой форме;

– обмен информацией между базами данных;

– сбор телеметрических данных от необслуживаемых датчиков;

– определение местоположения подвижных объектов;

– засекречивание пользовательской информации по отдельному требованию заказчика.

Основные виды модуляции, используемые в данной системе: ФМ-2 и ФМ-4. Скорость передачи варьируется в следующем дискретном диапазоне: 4,8 кбит/с, 9,6 кбит/с, 64 кбит/с и определяется типом земной станции (малогабаритная, стационарная, региональная), а также используемом видом модуляции.

Глобальная навигационная система GPS (GlobalPositioningSystem), предназначена для передачи навигационных сигналов, которые могут одновременно приниматься неограниченным количеством пользователей в различных регионах мира.

Первоначально система GPSбыла ориентирована только на военных потребителей, но уже сегодня она вышла за рамки чисто навигационных задач и широко используется во всем мире в системах связи, геодезии, картографии, метеорологии. С помощью GPSприемника может быть произведено высокоточное определение координат объекта (широта и долгота), скорости и точного времени.

Российская спутниковая навигационная система аналогичного назначения, известна под названием «ГЛОНАСС» (Глобальная Навигационная Спутниковая Система). В настоящее время она применяется для предоставления навигационных услуг различным категориям пользователей без каких – либо ограничений.

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 GPSи «ГЛОНАСС» очень схожая архитектура – их орбитальная группировка состоит из 24 космических аппаратов (КА), обе системы работают в L– диапазоне частот. Однако имеется и ряд отличий. Спутники GPSнаходятся в 6 орбитальных плоскостях по 4 КА в каждой в отличие от КА «ГЛОНАСС», в которой КА распределены в 3 – х плоскостях по 8 спутников в каждой. Высота орбиты и период обращения КА «ГЛОНАСС» несколько меньше, чем у GPS.

Каждый GPSспутник излучает специальный навигационный сигнал в виде фазоманипулированной псевдослучайной последовательности на двух частотах L1 и *L2.*

В системе используются два кода, один из которых, так называемый C/A код (coarse/acquisitionили clear/acquisition), доступен широкому кругу гражданских пользователей. Этот код позволяет получать приближенную оценку местоположения и поэтому называется грубым кодом.

Точный код, известный как P код (precisioncode), позволяет более точно вычислять координаты, но доступ к нему ограничен провайдером услуг GPS. В основном этот код предоставляется военным и федеральным службам США. Кроме двух вышеуказанных кодов, в GPSможет использоваться так называемый Yкод, являющийся шифрованной версией P кода.

Передача C/A кода осуществляется на частоте L1 с использованием фазовой манипуляции псевдослучайной последовательности длиной 1023 символа. Защита от ошибок обеспечивается с помощью кода Гоулда. Период повторения C/A кода – 1 мс. Тактовая частота – 1,023 МГц.P код передается на частоте L2 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|

использованием сверхдлинной псевдослучайной последовательности с периодом повторения 267 дней.

В отличие от GPS, в которой осуществляется многостанционный доступ с разделением по коду, в системе «ГЛОНАСС» используется многостанционный доступ с частотным разделением и C/A код начинается на частоте L1, равной 1602 МГц + 0,5625n, где n=1...24.

В системе «ГЛОНАСС» отсутствует так называемый режим селективного доступа, при котором преднамеренно снижается точность, предоставляемая гражданским пользователям системы GPS, использующим C/A код.

Таким образом, в ходе рассмотрения состояния современных спутниковых систем связи выявлен факт применения в данных системах сигналов с ФМ-2 и ФМ-4, обусловленный их высокой помехоустойчивостью. С течением времени непрерывно происходит увеличение скорости передачи данных по спутниковым каналам связи, что влечет за собой проблему низкой энергетической эффективности спутниковых линий. Частично данная проблема решается за счет применения новых сигнально – кодовых конструкций и освоения новых частотных диапазонов, но из – за предъявления все более жестких требований по энергетическому потенциалу спутниковых линий связи, сегодня стало необходимым рассмотрение многих дестабилизирующих факторов, влияние которых не учитывалось ранее. Данное обстоятельство требует более детального изучения особенностей энергетики спутниковых линий, а также компонентов, входящих в уравнение энергетического потенциала.

Линии спутниковой связи без ретрансляции через вспомогательный спутник состоят из двух участков: Земля – спутник 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|

спутник – Земля. В энергетическом смысле оба участка оказываются напряженными, первый – из – за стремления к уменьшению мощности передатчиков и упрощению земных станций, второй вследствие ограничений на массу, габаритные размеры и энергопотребление бортового ретранслятора.

Особенностью спутниковых линий связи является наличие больших потерь сигнала, обусловленных затуханием его энергии на трассах большой физической протяженности. Так, при высоте орбиты ИСЗ 36000 км затухание сигнала на трассе может достигать 200 дБ, что соответствует ослаблению сигнала в 10^{20} раз. Помимо этого основного пространственного затухания сигнал на линиях спутниковой связи подвержен влиянию большого числа других факторов, таких, как поглощение в атмосфере, вращение плоскости поляризации, вызванное эффектом Фарадея, рефракция, деполяризация [2]. На приемное устройство спутника и земной станции, кроме собственных аппаратурных шумов, воздействуют разного рода помехи в виде теплового излучения земной поверхности, атмосферы, излучений Космоса, Солнца и планет.

В этих условиях правильный и точный учет влияния всех факторов позволяет осуществить оптимальное проектирование системы, обеспечить ее надежную работу и в то же время исключить излишние энергетические запасы, приводящие к неоправданному увеличению сложности земной и бортовой аппаратуры.

Нормы на некоторые показатели качества спутниковых каналов (в том числе на отношение сигнал – шум) имеют статистический характер. Это заставляет проводить количественную оценку возмущающих факторов также статистическими методами и вводить

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 расчетах не только количественную меру воздействия соответствующего фактора, но и вероятность его появления.

1.2.2 Модифицированное уравнение энергетического баланса для спутниковых линий

При синтезе высокоскоростных спутниковых систем связи важно знать, каким образом значения отдельных характеристик канала связи, включающего в себя передающую сторону, тракт распространения радиоволн и приёмный тракт влияют на эффективность применения всей системы связи (рисунок 5).

Из уравнения энергетического баланса связной линии результирующее отношение сигнал/шум на входе решающего устройства зависит как от условий применения системы связи, так и от параметров (управляемых и неуправляемых).

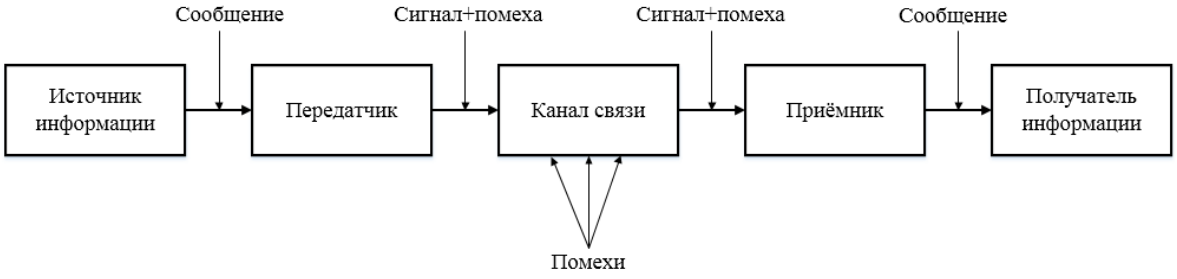


Рисунок 5. Структурная схема канала связи спутниковой системы передачи

К традиционным отрицательным факторам формирования уравнения энергетического баланса относят энергетические потери радиосигнала на трассе распространения радиоволн и эквивалентные энергетические потери (ЭЭП). Под ЭЭП следует подразумевать

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

ухудшение отношения сигнал/шум на выходе реального устройства по сравнению с идеальным устройством, при фиксированной вероятности ошибки на символ.

При прохождении фазомодулированного сигнала по спутниковому радиоканалу связи, обладающего неидеальными амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристиками, в сигнал вносятся искажения, сказывающиеся на его правильном приёме. Для оценки всех видов потерь в спутниковом радиоканале и максимальной мощности излучения необходимо записать модифицированное уравнение энергетического баланса.

С учетом современных достижений в теории пространственно – временной обработки радиосигналов и теории помехоустойчивого кодирования сигналов спутниковых линий связи уравнение энергетического баланса дополнено.

В правую часть уравнения энергетического баланса включается два дополнительных слагаемых, описывающих два положительных фактора его формирования: увеличение отношения сигнал/шум за счет пространственно – временной обработки сигналов в точке приема и увеличение отношения сигнал/шум за счет применения методов помехоустойчивого декодирования принятых сигналов [3].

$$q = P_u + G_A^{пд} + G_A^{пр} + M_{ос} + V - L_{АЧХ} - L_{ФЧХ} - L_A - \Delta - P_{пр}, \quad (1)$$

где q– дополнительное отношение сигнал/шум, требуемое для обеспечения детектирования сигнала с качеством не ниже требуемого, дБ;

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_u – мощность передающей станции, дБ;

$G_A^{пд}$ – усиление антенны передающей станции, дБ;

$G_A^{пр}$ – усиление приемной антенны, дБ;

$M_{ос}$–дополнительный энергетический выигрыш за счет применения методов пространственно – поляризационной обработки сигналов в точке приема при многолучевом характере распространения радиоволн;

V –дополнительный энергетический выигрыш за счет применения методов помехоустойчивого декодирования сигналов ЦЛС;

$L_{АЧХ}$ – эквивалентные энергетические потери, обусловленные неравномерностью АЧХ спутникового радиоканала;

$L_{ФЧХ}$ – эквивалентные энергетические потери, обусловленные неравномерностью ФЧХ спутникового радиоканала;

L_A – численное значение затухания сигнала в спутниковом радиоканале, дБ;

L_M – энергетические потери, возникающие из – за многолучевого характера распространения сигнала в спутниковом радиоканале;

$L_И$ – энергетические потери, возникающие вследствие рассеивания и переотражения сигнала на неоднородностях ионосферы;

$L_Т$ – энергетические потери в тропосфере (затухание в парах воды и кислороде);

Δ – суммарные эквивалентные энергетические потери в РПрУ;

$P_{пр}$– предельная чувствительность РПрУ, которая определяется величиной сигнала на входе для достижения отношения сигнал/шум q=1 и равна мощности шумов, приведенных к его входу;

$\Delta = \Delta_{афу} + \Delta_{рпу} + \Delta_{дму}$–ЭЭП в радиоприемном устройстве (РПрУ);

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 $\Delta_{афу}$–ЭЭП, обусловленные неидеальностью параметров антенно – фидерного устройства (АФУ), дБ;

$\Delta_{рпу}$–ЭЭП, обусловленные неидеальностью параметров радиоприёмного устройства (РПУ), дБ;

$\Delta_{дму}$–ЭЭП, обусловленные неидеальностью параметров демодулирующего устройства (ДмУ), дБ.

Параметры подсистем радиоприёмника считаются идеальными, если они не приводят к ЭЭП.

Уравнение энергетического баланса определяет зависимость уровня отношения сигнал/шум на входе ДтУ, формируемого передающей стороной, средой распространения и самим радиоприёмным устройством для каждого конкретного вида модуляции. Для обеспечения устойчивого детектирования сигнала необходимо обеспечить превышение порогового сигнала РПрУ по входу детектора на величину q. Суммарные энергетические потери в РПрУ будут определяться выражением 2.

$$\Delta = \Delta_{АФУ} + \Delta_{ПСУ} + \Delta_{ДмУ} = \sum_i \Delta^i_{ак}\left(К^i_ш(f)\right) + \sum_v \Delta^v_{мшу}\left(К^v_ш(f)\right) + \sum_u \Delta^u_{см}\left(К^u_ш(f)\right) +$$
$$+\Delta_{фидер}\left(К_ш(f)\right) + \Delta_{антенна}\left(К_ш(f)\right) + \sum_j \Delta^j_{комм}\left(К^j_ш(f)\right) + \sum_p \Delta^p_{упч}\left(К_ш\right) + \sum_e \Delta^e_{атт}\left(К_ш\right) +$$
$$+\sum_r \Delta^r_{пф}\left(\delta_{ачх}\right) + \sum_t \Delta^t_{пф}\left(\delta_{фчх}\right) + \sum_k \Delta^k_{гет}\left(G^k_V(M)\right) + \Delta_{свн}\left(\delta_f\right) +$$
$$+\Delta_{свтч}\left(\delta^0\right) + \Delta_{увс}\left(\delta_U\right) + \Delta_{рас}\left(\delta_{ачх}\right) + \Delta_{омси}\left(\delta_{мси}\right), \quad (2)$$

где $\Delta^i_{ак}$– ЭП i – ого антенного коммутатора, обусловленные тепловыми шумами электронной природы (коэффициент шума $К^i_ш$);

$\Delta^v_{мшу}$– ЭП в малошумящих усилителях, обусловленные их

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

тепловыми шумами электронной природой;

$\Delta^{u}_{см}$– ЭП, обусловленные тепловыми шумами смесителей;

$\Delta_{фидер}$– ЭП в высокочастотных фидерах, обусловленные тепловыми шумами электронной природы;

$\Delta_{антенна}$– ЭП в антенне, обусловленные тепловыми шумами электронной природы;

$\Delta^{j}_{комм}$– ЭП в j – м коммутаторе, обусловленные тепловыми шумами электронной природы;

$\Delta^{p}_{упч}$– ЭП, обусловленные тепловыми шумами p – ого усилителя промежуточной частоты;

$\Delta^{e}_{атт}$– ЭП в d – м аттенюаторе, обеспечивающем заданный уровень сигнала на входе ДтУ;

$\Delta^{r}_{пф}(\delta_{ачх})$ – ЭЭП, обусловленные неравномерностью АЧХ r – го полосового фильтра;

$\Delta^{t}_{пф}(\delta_{фчх})$ – ЭЭП, обусловленные неравномерностью ФЧХ t – го полосового фильтра;

$\Delta^{k}_{гет}(G^{k}_{V})$ – ЭЭП, обусловленные неидеальностью амплитудно – частотного спектра колебания k – ого гетеродина;

$\Delta_{свн}(\delta_{f})$ – ЭЭП, обусловленные погрешностью системы восстановления несущей частоты;

$\Delta_{свтч}(\delta^{0})$ – ЭЭП, обусловленные погрешностью восстановления тактовой частоты ДмУ;

$\Delta_{увс}(\delta_{U})$ – ЭЭП, обусловленные погрешностью поддержания уровня сигнала на входе ДтУ;

$\Delta_{рас}(\delta_{ачх})$ – ЭЭП, обусловленные рассогласованием форм АЧХ согласованного фильтра с сигналом;

$\Delta_{омси}(\delta_{мси})$ – ЭЭП, обусловленные остаточной межсимвольной

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

интерференцией.

Таким образом, уравнение энергетического баланса модифицировано включением в него следующих компонентов: $L_{АЧХ}$, $L_{ФЧХ}$, и $L_{А}$. Данные составляющие определяются многолучевым распространением сигнала ($L_{М}$), рассеиванием и переотражением сигнала на неоднородностях ионосферы ($L_{И}$), затуханием в парах воды и в кислороде ($L_{Т}$). Для исследования влияния фазо – частотных и амплитудно – частотных характеристик радиоканала на правильный приём сигналов в спутниковой линии связи, практически все составляющие уравнения энергетического баланса считаются идеальными, неизменяемыми величинами. ЭЭП условно разделяются на компенсируемые и некомпенсируемые. К компенсируемым относят такие, которые возможно уменьшить за счет последующей обработки (коррекции сигнала). К таким относят потери за счет неравномерностей амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик спутникового радиоканала.

Основная тенденция развития современных спутниковых систем связи – повышение помехоустойчивости и эффективности передачи информации. Внедряются новые методы, обеспечивающие повышение скорости передачи, снижение влияния помех в каналах и экономное расходование полосы частот. При этом возможно достижение высоких показателей информационной, энергетической и спектральной эффективности.

Решению этих задач способствует рациональный выбор сигналов, используемых для передачи информации по спутниковым каналам, методов их формирования и обработке на приеме. 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|

современных спутниковых системах широко используют сигналы с фазовой модуляцией и когерентный прием. Рассмотрим два вида сигналов и методы их формирования, используемые в спутниковых системах связи.

При фазовой модуляции мгновенное значение фазы радиосигнала отклоняется от фазы немодулированного несущего колебания на величину, зависящую от мгновенного значения модулирующего сигнала:

$$s\left[t,u(t)\right]=A\cdot\cos\left\{2\pi f_0 t+ j\left[u(t)\right]\right\}=\mathrm{Re}\left[A\cdot\exp\left\{j\left[u(t)\right]\right\}\cdot\exp\left\{j2\pi f_0 t\right\}\right] \quad (3)$$

Из этого выражения следует, что передаваемая информация, содержащаяся в модулирующем сигнале $u(t)$, закодирована в комплексной огибающейпередаваемого сигнала $s\left[t,u(t)\right]$.

$$A'(t)=A\exp\left\{j\varphi\left[u(t)\right]\right\} \quad (4)$$

Двоичная фазовая модуляция часто используется в системах с прямым расширением спектров, в которых модулирующий сигнал является псевдослучайной двоичной последовательностью. При ФМ-2 в зависимости от значения модулирующего сигнала отклонение фазы сигнала от фазы немодулированного несущего колебания равно либо 0 градусов, либо 180. Так, если для фазомодулированного сигнала принять общее описание 4, то для ФМ-2 сигнала должны выполняться равенства 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|

$$\begin{cases} \varphi[u(t)] = 0 \quad при \quad u(t) = 1 \\ \varphi[u(t)] = \pi \quad при \quad u(t) = -1; \end{cases} (0 \le t \le T_c) \tag{5}$$

Комплексная огибающая этого сигнала не изменяется на указанном интервале времени и может принимать следующие два значения:

$$\begin{cases} A'(t) = A \quad при \quad u(t) = 1 \\ A'(t) = -A \quad при \quad u(t) = -1 \end{cases} (0 \le t \le T_c) \tag{6}$$

Графическое представление возможных значений огибающей на комплексной плоскости представлено на рисунке 6.

Рисунок 6. Сигнальное созвездие сигнала ФМ-2

На рисунке 7 представлены временные диаграммы модулирующего сигнала и радиосигнала. Основная особенность радиосигнала здесь состоит в том, что его текущая фаза имеет разрывы в моменты изменения полярности модулирующего сигнала [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|

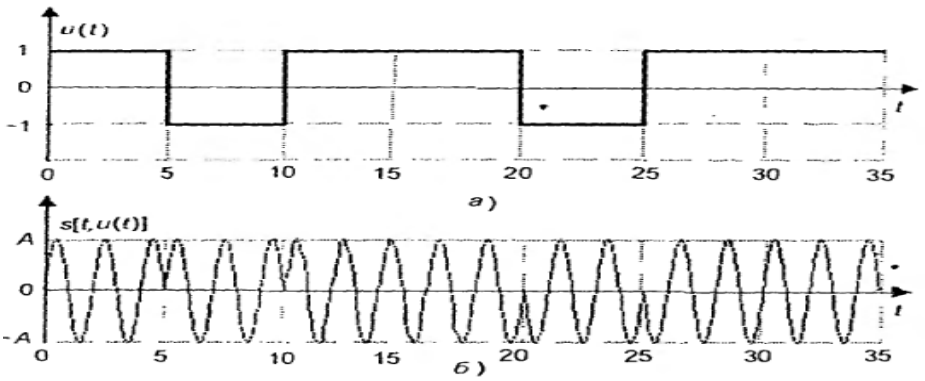


Рисунок 7. Временные диаграммы модулирующего сигнала (а) и ФМ-2 радиосигнала (б)

Эти «скачки» фазы на 180 градусов являются основной причиной того, что спектральная плотность мощности ФМ-2 сигнала в радиоканале оказывается существенно отличной от нуля в недопустимо широкой полосе частот. Поэтому в таком виде ФМ-2 сигналы практически не используются. Для уменьшения занимаемой ими полосы частот они подвергаются фильтрации.

На рисунке 8 представлена упрощенная функциональная схема передатчика, формирующего ФМ-2 радиосигнал.

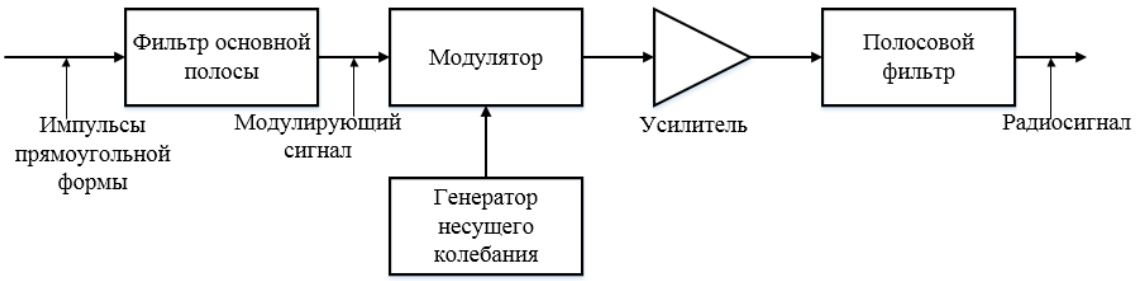


Рисунок 8. Функциональная схема устройства формирования ФМ-2 радиосигнала

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 модулятора добавлены усилитель мощности радиосигнала и узкополосный высокочастотный фильтр. Основное назначение фильтра состоит в том, чтобы ослабить излучение передатчика на частотах, кратных основной частоте несущего колебания; опасность таких излучений обусловлена нелинейными эффектами в усилителе мощности, которые, как правило, имеют место и усиливаются при попытке увеличения эффективности этого усилителя. Часто данный фильтр используется одновременно и для приемника – он подавляет сильные сторонние сигналы вне полосы частот полезных радиосигналов до преобразования частоты «вниз».

При ФМ-2 один канальный символ переносит один передаваемый бит. Однако, как уже отмечалось выше, один канальный символ может переносить большее число информационных бит. Например, пара следующих друг за другом битов может принимать четыре значения: {0 0}. {0 1}, {1 0},{1 1}.

Если для передачи каждой пары использовать один канальный символ, то потребуется четыре канальных символа, скажем $\{s_0(t), s_1(t), s_2(t), s_3(t)\}$, так что M = 4. При этом скорость передачи символов в канале связи оказывается в два раза ниже, чем скорость поступления информационных битов на вход модулятора и, следовательно, каждый канальный символ теперь может занимать временной интервал длительностью $T_{кс} = 2T_c$. В частности, при фазовой модуляции в качестве канальных символов можно выбрать следующие радиосигналы:

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

$$s_i(t)=s\left[t,\varphi_i(t)\right]=A\cdot\cos\left[2\pi f_0 t+\varphi_i(t)\right]=\mathrm{Re}\left[A\exp\left\{j\varphi_i(t)\right\}\exp\left\{j2\pi f_0 t\right\}\right],$$
$$\text{при } 0\le t\le 2T_c, \qquad (7)$$

где $\varphi_i(t)=\pi(2i+1)/4$ – отклонение фазы радиосигнала с номером i от фазы немодулированного несущего колебания;

$A_i'(t)=A\exp\left\{j\varphi_i(t)\right\}$ – комплексная амплитуда этого сигнала на интервале времени $[0,\ 2T_c]$ дляi =1.2,3.

В дальнейшем вместо четырех канальных символов или четырех радиосигналов будем подразумевать единственный радиосигнал, комплексная амплитуда которого может принимать четыре указанных значения, представленных на рисунке 9 в виде сигнального созвездия.

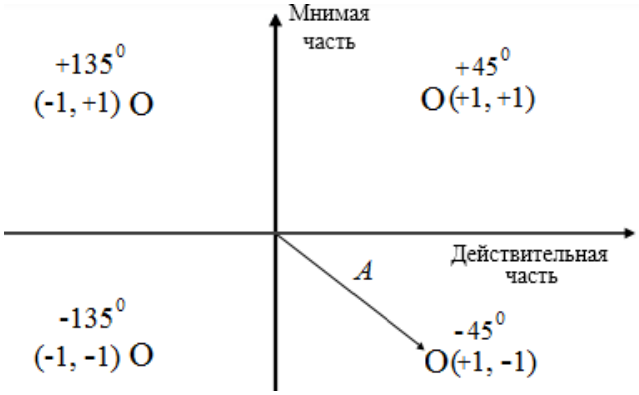


Рисунок 9. Сигнальное созвездие радиосигнала ФМ-4

Каждая группа из двух битов представляется соответствующим фазовым углом, все фазовые углы отстоят друг от друга на 90 градусов, в то время как каждая сигнальная точка отстоит от действительной или мнимой оси на 45.

Данный способ модуляции может быть реализован 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|

Последовательность передаваемых битов 0, 1, 1, 0, 0, 1. 0, 1, 1, 1, 0, 0, разбивается на две подпоследовательности нечетных 0, 1, 0, 0. 1, 0, ... и четных 1, 0, 1, 1, 1, 0, ... битов. Биты с одинаковыми номерами в этих подпоследовательностях образуют пары, которые удобно рассматривать как комплексные биты; действительная часть комплексного бита есть бит нечетной подпоследовательности, а мнимая часть – бит четной подпоследовательности. Полученные таким способом комплексные биты преобразуются в комплексную последовательность прямоугольных электрических импульсов длительностью $2T_c$ со значениями +1 или -1 их действительной и мнимой частей, которые используются для модуляции несущего колебания $\exp\{j2\pi f_0 t\}$ В результате получается ФМ-4 радиосигнал.

В спутниковых линиях связи, как правило, используется когерентный прием. В работах [6, 7] достаточно подробно описаны способы правильного приема данных фазомодулируемых сигналов, осуществляемые как с помощью корреляторов, так и с помощью согласованных фильтров. Алгоритмы работы данных устройств по оценке правильности принятых сигналов идентичны. Структурные схемы коррелятора и согласованного фильтра показаны на рисунках 10 и 11 соответственно.

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

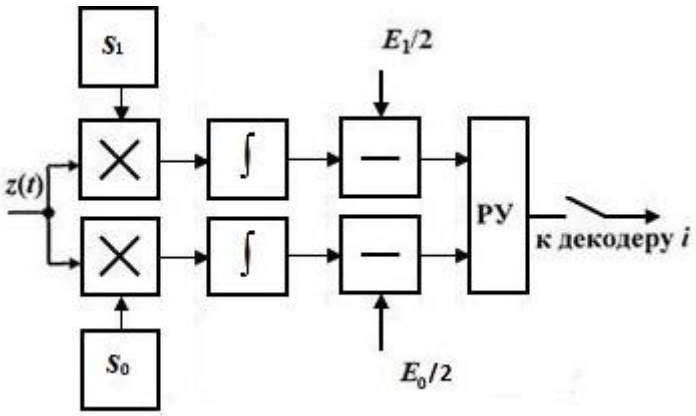


Рисунок 10. Структурная схема корреляционного приёмника

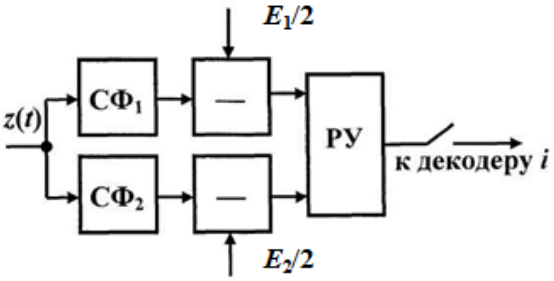


Рисунок 11. Оптимальный приёмник на основе согласованного фильтра

Из – за схожести математических аппаратов, описывающих принципы работы данных приемников фазомодулированных сигналов, в дальнейшем в работе целесообразно рассмотреть только одно из указанных устройств. Выбор был сделан в пользу согласованного фильтра.

Правило приёма для двоичной системы на основе согласованного фильтра сводится к проверке неравенства 8.

$$\int_0^T z(t)s_1(t)dt - 0,5E_1 > \int_0^T z(t)s_0(t)dt - 0,5E_0\,, \qquad (8)$$

где $z(t) = s_i(t) + n(t)$–реализация случайного сигнала,

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

представляющего смесь переданного полезного сигнала $s_1(t)$ и случайной помехи $n(t)$;

$E_1 = \int_0^T s_1^2(t)dt$ – энергия ожидаемого сигнала $s_1(t)$.

Выражение 8 определяет те операции (алгоритм приема), которые должен совершать оптимальный приёмник над входным колебанием [5].При выполнении неравенства 8 регистрируется символ «1», в противном случае – «0».

Так как сигналы ФМ-2, ФМ-4 имеют одинаковые энергии символов (для ФМ-2: $E_1 = E_2$; для ФМ-4: $E_1 = E_2 = E_3 = E_4$), алгоритм приёма согласованного фильтра упрощается, отсутствует необходимость в вычитающих устройствах, и принимает вид 9.

$$\int_0^T z(t)s_i(t)dt > \int_0^T z(t)s_j(t)dt, i \neq j \quad (9)$$

Все методы приёма, для реализации которых необходимо точное априорное знание начальных фаз приходящих сигналов, называют когерентными.

Скалярноепроизведение $(z, s_i) = \int_0^T z(t)s_i(t)dt$ можно вычислить с помощью с помощью пассивного линейного фильтра с постоянными параметрами. Отклик такого фильтра в момент времени $t = T$ на входной сигнал $z(t)$ будет $y(t) = \int_0^T z(\tau)h(T-\tau)d\tau$,

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 $h(\tau)$ – импульсная характеристика фильтра. Для того чтобы в момент времени $t = T$ получить значение $y(t)$, равное скалярному произведению, необходимо обеспечить следующее согласование $h(T-\tau) = s_i(t)$ или $h(t) = s_i(T-\tau)$. Линейный пассивный фильтрс постоянными параметрами и ИХ $h(t) = as(t_0 - t)$, где a, t_0 – постоянные, называется согласованным фильтром(СФ)для сигнала $s(t)$. Функция $h(t)$является зеркальным отображением $s(t)$относительно оси, проведённой через точку $t_0/2$ (рисунок 12).

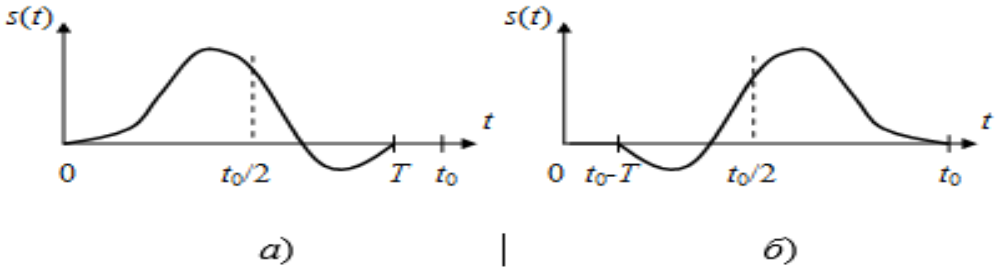


Рисунок 12. Сигнал $s(t)$ (a) и импульсная характеристика $h(t)$ согласованного фильтра (б)

Для физической реализуемости фильтра необходимо и достаточно, чтобы $h(t) = 0$ при $t < 0$.

Частотная характеристика СФ с требуемой ИХ определяется преобразованием Фурье:

$$K_{СФ}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-j\omega t}dt = a\int_{-\infty}^{+\infty} s(t_0 - t)e^{-j\omega t}dt =$$

$$= a\int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau)e^{-j\omega(t_0-\tau)}d\tau = a\,\overline{S}(j\omega)e^{-j\omega t_0} \qquad (10)$$

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

где $\overline{S}(j\omega)$ – функция, комплексно – сопряжённая со спектральной плотностью сигнала $s(t)$.

Следовательно, с точностью до коэффициента a АЧХ согласованного фильтра определяется амплитудным спектром сигнала $s(t)$, т. е. фильтр лучше передаёт те частоты, которые дают больший вклад в энергию сигнала, а его фазо – частотная характеристика обратна по знаку фазовому спектру сигнала $s(t)$. Благодаря этому в момент t_0 все составляющие спектра принимаемого сигнала складываются в фазе и дают максимальный отклик.

Отклик СФ на финитный сигнал длительностью T, поданный на вход в момент времени $t = 0$, существует лишь на финитном интервале протяжённостью $2T$. Отклик СФ на сигнал, с которым он согласован, равен:

$$y_{СФ}(t) = \int_0^t s(t-\tau)h(\tau)d\tau = a\int_0^t s(t-\tau)s(t_0-\tau)d\tau = aB_s(t_0-t), \quad (11)$$

где $B_s(t_0 - t)$ –ФК сигнала $s(t)$при аргументе $t_0 - t$.

Для финитного сигнала она определена на интервале $(0, 2T)$ и имеет максимум в точке $t = t_0 = T$. Формы полезного сигнала на входе и выходе СФ, как правило, существенно отличаются друг от друга. Задачей СФ является не восстановление формы сигнала, искажённой шумом, а получение одного отсчёта, по которому можно судить о присутствии или отсутствии на входе СФ сигнала известной формы.

Определим потенциальную помехоустойчивость для двоичной системы с аддитивным белым гауссовым шумом в канале, когда 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|

приеме точно известны оба ожидаемых сигнала: $s_1(t)$ и $s_0(t)$, полагая, что априорные вероятности этих сигналов одинаковы. Приходящий сигнал $z(t)$ является случайным, так как, во – первых, заранее не известна реализация передаваемого сигнала, во – вторых, он содержит случайную помеху $n(t)$.

В этом случае, согласно выражению (8), алгоритм оптимального приёма запишется следующим образом:

$$\int_0^T z(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt > 0{,}5\left(E_1-E_0\right),\ E_i=\int_0^T s_i^2(t)dt,\ i=0{,}1. \qquad (12)$$

При этом вероятность ошибки определяется вероятностью того, что неравенство 12 не выполнено, т. е. вероятностью выполнения неравенства 13.

$$\int_0^T s_1(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt+\int_0^T n(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt < 0{,}5\int_0^T\left[s_1^2(t)-s_0^2(t)\right]dt \qquad (13)$$

Данное неравенство легко привести к виду 14:

$$\int_0^T N(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt < -0{,}5\int_0^T\left[s_1(t)-s_0(t)\right]^2dt\,. \qquad (14)$$

Аналогичное соотношение получается, если предположить, что передаётся символ 0. Следовательно, в обоих случаях вероятности ошибки $p(0/1)=p(1/0)=p$ и сформированный модемом двоичный дискретный канал симметричен. Запишем (14) в виде:

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

$$\xi < -0,5E_э, \tag{15}$$

где $\xi = \int_0^T N(t)s_\Delta(t)dt;\ E_э = \int_0^T s_\Delta^2(t)dt;\ s_\Delta(t) = s_1(t) - s_0(t)$.

Если $N(t)$ – нормальный стационарный белый шум с нулевым средним и односторонней спектральной плотностью мощности N_0, то ξ – нормально распределённая величина, так как она определяется линейной операцией над нормальным случайным процессом. Её математическое ожидание: $\bar{\xi} = \int_0^T \overline{N}(t)s_\Delta(t)dt = 0$. Дисперсия определяется выражением 16.

$$D(\xi) = \overline{\xi^2} = \int_0^T\int_0^T \overline{N(t_1)N(t_2)}s_\Delta(t_1)s_\Delta(t_2)dt_1dt_2 = \\ = \frac{N_0}{2}\int_0^T\int_0^T \delta(t_1 - t_2)s_\Delta(t_1)s_\Delta(t_2)dt_1dt_2 = \frac{N_0}{2}\int_0^T s_\Delta^2(t)dt = 0,5N_0E_э. \tag{16}$$

Вероятность выполнения неравенства 15, т. е. вероятность ошибки, запишется следующим образом:

$$p = \int_{-\infty}^{-0,5E_э} W_1(\xi)d\xi = \frac{1}{\sqrt{2\pi D(\xi)}}\int_{-\infty}^{-0,5E_э} \exp\left[\frac{-\xi^2}{2D(\xi)}\right]d\xi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_\alpha^\infty e^{-\frac{t^2}{2}}dt, \tag{17}$$

где произведена замена переменной $t = -\xi / \sqrt{D(\xi)}$ и введено

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

обозначение $\alpha = \frac{0,5E_э}{\sqrt{D(\xi)}} = \sqrt{\frac{E_э}{2N_0}}$.

Функция $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ табулирована и называется дополнительной функцией ошибок (функцией Крампа). Через Q – функцию выражение 17 можно переписать в виде:

$$p = Q\left(\sqrt{\frac{E_э}{2N_0}}\right). \quad (18)$$

При заданной интенсивности помехи N_0 потенциальная помехоустойчивость двоичной системы зависит только от так называемой эквивалентной энергии сигналов, которая равна квадрату расстояния между сигнальными точками в пространстве Евклида $d^2_{s_1 s_0}$. Вероятность ошибки меньше у той системы, у которой больше эквивалентная энергия используемых сигналов.

$$E_э = \int_0^T \left(s_1(t) - s_0(t)\right)^2 dt = d^2_{s_1 s_0} \quad (19)$$

На рисунке 13 в двумерном пространстве показаны точки сигнала ФМ-2. Сигналы информационной единицы и информационного нуля противоположны друг другу $s_1(t) = -s_0(t)$.

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

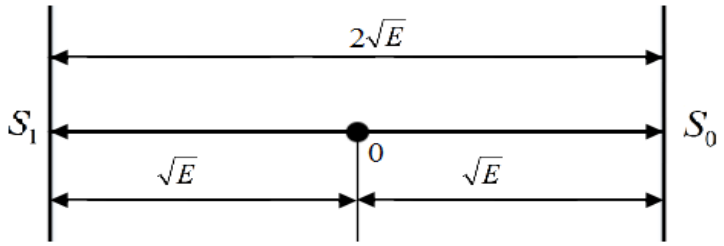


Рисунок 13. Точки сигнала ФМ-2 в пространстве Евклида

Соотношение 19 позволяет осуществлять оптимальный выбор сигналов $s_1(t)$ и $s_0(t)$, обеспечивающих максимально возможную помехоустойчивость при заданной энергии сигналов E. В самом деле, для такой оптимальной системы величина $E_э$ должна быть максимальной при выполнении условия 20.

$$E_1 = \int_0^T s_1^2(t)dt \le E; \quad E_2 = \int_0^T s_0^2(t)dt \le E \qquad (20)$$

Можно записать $E_э = 2E_1 + 2E_0 - \int_0^T \left(s_1(t) + s_0(t)\right)^2 dt$. Для получения максимума этого выражения необходимо сделать E_1 и E_0 возможно большими, а интеграл в правой части – как можно меньшим. Интеграл $\int_0^T \left(s_1(t) + s_0(t)\right)^2 dt$ принимает только неотрицательные значения, поэтому его минимум равен нулю и достигается при условии $s_1(t) = -s_0(t)$. Таким образом, в двоичном канале с постоянными параметрами и аддитивным белым гауссовым шумом оптимальной оказывается система с противоположными сигналами, которой является ФМ-2 [6].

Для всех таких систем $E_э = 4E$ и вероятность ошибки равна:

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

$$p = Q\left(\sqrt{\frac{2E}{N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{2}h\right) \quad (21)$$

где $h^2 = \frac{E}{N_0}$ – отношение энергии сигнала на входе демодулятора к спектральной плотности мощности флуктуационной помехи.

Таким образом, получена зависимость вероятности ошибкина символ от среднего отношения сигнал/шум для наиболее распространенных типов сигналов спутниковых систем связи ФМ-2 и ФМ-4. С точки зрения энергетической эффективности наиболее оптимально применение ФМ-2. Сигналы ФМ-4 позволяют обеспечить лучшую спектральную эффективность по сравнению с ФМ-2 в силу большей кратности модуляции.

Библиографический список

1. Мухин И.Е. Перспективы применения многофункциональной спутниковой связи МСПСС «Гонец» / И.Е. Мухин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения. – Курск. – 2015. – С. 151 – 163.

2. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPEN-FLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции – Казань., 2017. – 35 - 37 с.

3. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное

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

судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

4. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

5. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

7. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного моделирования системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

8. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

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

9. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

10. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

11. Хмелевская, А.В. Сравнительный анализ наиболее распространенных программных комплексов моделирования телекоммуникационных сетей применительно к задаче изучения дисциплин по направлению «Инфокоммуникации» / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Материалы докладов IV региональной заочной научно-практической конференции "ИИС-2016" «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы». – 2017. – С. 189-203

12. Коптев, Д. С. Общая структура OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Инновационные процессы в научной среде». – 2017г. – С. 118 – 120.

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 621.396

Коптев Д.С. Исследование качественных показателей средств компенсации при приёме сигналов с ФМ-2 и ФМ-4в спутниковом радиоканале

Investigation of the quality indicators of means of compensation when receiving signals from the FM-2 and FM-4B satellite radio channel

Коптев Дмитрий Сергеевич,
сотрудник кафедры космического приборостроения и систем связи
Юго – Западного государственного университета,
г. Курск, Россия,
d.s.koptev@mail.ru
Koptev Dmitry Sergeevich
employee of the Department of Space Instrument Engineering and Communication Systems of Southwestern State University,
Kursk, Russia

Аннотация. В настоящее время современные телекоммуникационные системы идут по пути интеграции в свою структуру разнородных каналов связи, основанных на использовании различных физических сред. При этом высокие требования по скорости функционирования инфокоммуникационных систем вступают в противоречие с низкой помехоустойчивостью каналов радиосвязи к внешним помеховым воздействиям. Для обеспечения высокой помехоустойчивости современных радиоканалов связи используются сигналы с различными видами модуляции и помехоустойчивого кодирования с переменной скоростью, схемы применения которых адаптируются к сигнально–помеховой обстановке в интересах достижения максимальной символьной скорости передачи в текущих условиях. Однако, требования к энергетическому потенциалу спутниковых радиолиний постоянно ужесточаются, что на сегодняшний день ставит необходимым рассмотрение дестабилизирующих факторов, влияние которых ранее учтено не было. К таким следует отнести неравномерность амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристики.

Влияние неравномерности амплитудно – частотной характеристики спутникового радиоканала рассматривалось в частотных диапазонах 10 – 14 ГГц, 30 – 50 ГГц и 70 – 90 ГГц и составило для сигналов ФМ-2 0,0044 дБ, 0,046 дБ и 0,06 дБ соответственно при заданной вероятности ошибки на символ равной $p_{ош} = 10^{-16}$. Для 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|

ФМ-4 значения ЭЭП оказались следующими: 0,0078 дБ, 0,0818 дБ и 0,1 дБ при $p_{ош} = 10^{-16}$. Влияние неравномерности фазо – частотной характеристики оценивалось в диапазоне 1 – 30 ГГц и составило для сигналов ФМ-2 – 0,8 дБ, а для ФМ-4 – 1,2 дБ при той же вероятности символьной ошибки.

Ключевые слова: спутниковые системы связи, эквивалентные энергетические потери, отношение сигнал/шум, амплитудно – частотная характеристика, фазо – частотная характеристика.

Abstract. At present, modern telecommunication systems are moving along the path of integration into their structure of heterogeneous communication channels based on the use of various physical media. At the same time, high requirements for the speed of operation of infocommunication systems conflict with the low noise immunity of radio communication channels to external interference effects. To ensure high noise immunity of modern radio communication channels, signals with various types of modulation and noise-immune encoding with variable speed are used, whose application schemes are adapted to the signal-interference situation in order to achieve the maximum symbolic transmission rate in the current conditions. However, the requirements for the energy potential of satellite radio links are constantly tightened, which today calls for consideration of destabilizing factors, the influence of which was not previously taken into account. These include the unevenness of the amplitude-frequency and phase-frequency characteristics.

The influence of the unevenness of the amplitude-frequency characteristic of a satellite radio channel was considered in the frequency ranges 10-14 GHz, 30-50 GHz and 70-90 GHz and amounted to 0.0044 dB, 0.046 dB and 0.06 dB for FM-2 signals, respectively, for a given error probability on the symbol equal. For FM-4 signals, the EEC values were as follows: 0.0078 dB, 0.0818 dB and 0.1 dB at. The unevenness of the phase-frequency response was estimated in the range 1-30 GHz and amounted to 0.8 dB for FM-2 signals and 1.2 dB for FM-4 with the same probability of a symbolic error.

Keywords: satellite communication systems, equivalent energy losses, signal to noise ratio, amplitude - frequency characteristic, phase - frequency response.

Помехоустойчивые коды можно разделить на две большие группы: блоковые, кодирование и декодирование в которых производится в пределах кодовой комбинации или блока, и древовидные, обработка символов в которых производится

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

непрерывно, без разделения на блоки.

Также коды можно разделить на линейные и нелинейные. Первые образуют пространство векторов и обладают важным свойством: два кодовых слова можно сложить и получить третье кодовое слово. Для случая двоичных кодов эта операция представляет собой посимвольное сложение двух кодовых слов по модулю 2. Это свойство весьма упрощает процедуры кодирования и декодирования, а также задачу определения параметров кода, так как минимальное расстояние между двумя кодовыми словами равно расстоянию между кодовым словом, состоящим полностью из нулей, и некоторым другим кодовым словом. Линейные древовидные коды носят название свёрточных.

Помехоустойчивые коды также можно разделить на коды, исправляющие случайные или независимые ошибки, и коды, исправляющие пакеты ошибок. На практике в основном применяют коды, исправляющие случайные ошибки, поскольку для исправления пакетов ошибок часто оказывается целесообразно использовать коды для исправления независимых ошибок одновременно с устройствами перемежения и восстановления. Первое из них осуществляет перемешивание порядка символов в закодированной последовательности перед передачей в канал, а второе – восстановление исходного порядка символов после приема. При оптимальном проектировании данных устройств можно считать, что образующиеся в канале связи пакеты ошибок перед декодированием будут разбиты на случайные ошибки.

Коды Боуза – Чоудхури – Хоквингема (БЧХ) представляют собой класс линейных циклических кодов, исправляющих кратные ошибки. Коды БЧХ обычно задаются через корни порождающего многочлена

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

$q(x)$ степени $n-k$. Данные коды определяются следующим образом.

Примитивным кодом БЧХ, исправляющим t ошибок, называется блоковый код длиной $n=q^m-1$ над полем Галуа $GF(q)$, для которого элементы a^{m_0}, $a^{m_0+1},...,a^{m_0+2t-1}$ (для произвольного m_0) являются корнями порождающего многочлена $q(x)$, где a – примитивный элемент поля $GF(q^m)$.

Основываясь на представленном определении, порождающий многочлен кода БЧХ можно записать в виде:

$$q(x)=HOK\left(m_{m_0}(x),\, m_{m_0+1}(x),...m_{m_0+2t-1}(x)\right), \qquad (1)$$

где $m_0(x)$ – минимальная функция a^0 в поле $GF(q)$, причем в случае двоичных кодов БЧХ наименьшее общее кратное ищется только для минимальных функций с нечетными индексами.

Непримитивные коды БЧХ определяются аналогично, но примитивный элемент a заменяетсянепримитивным элементом β поля $GF(q^m)$ и длина блока становится равной порядку β.

Важный подкласс кодов БЧХ составляют коды Рида – Соломона для которых $m=m_0=1$. Эти недвоичные коды характеризуются следующими параметрами:

– длина блока $n=q-1$, выраженная числом q -ичных символов;

– количество информационных символов k от 1 до $n-1$;

– минимальное кодовое расстояние $d=-n-k+l$;

– кодовая скорость $r=k/n$.

Для задания кодов Рида – Соломона используется порождающий

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

многочлен вида:

$$q(x) = (x - a)\left(x - a^2\right)...\left(x - a^{2t}\right), \qquad (2)$$

где $t = [1/2(d-1)]$.

Поскольку образующий полином имеет степень $2t$, возможно использование всего лишь $2t$ проверочных символов для исправления пакетов из t ошибок. Последнее свойство позволило найти данным кодам достаточно широкое применение в каскадных методах кодирования. Кроме того, для декодирования кодов Рида – Соломона существуют достаточно эффективные алгоритмы декодирования жестких решений, что позволяет использовать относительно длинные коды во многих практических приложениях, в том числе в системах цифрового спутникового телевидения.

Одними из наиболее простых являются коды Хэмминга, представленные Хэммингом в 1950 г. К данным кодам относятся линейные блоковые коды с параметрами (n, k) вида $\left(2^m - 1, 2^m - m - 1\right)$, где $m = n - k$ – число проверочных символов кода. Коды Хэмминга обладают кодовым расстоянием $d = 3$ и поэтому способны исправлять только одну или обнаружить две ошибки.

Турбокоды образуются при параллельном каскадировании двух или более составляющих систематических кодов. Рассмотрим общую схему кодера турбокода, изображенную на рисунке 1.

Как показано на рисунке 1, передаваемые данные перед кодированием каждым из составляющих кодов перемешиваются с помощью входящих в состав кодера перемежителей. 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|

систематические выходы каждого из кодеров с учетом перемежения идентичны, в канал можно передавать только исходную последовательность и проверочные выходы каждого из кодеров.

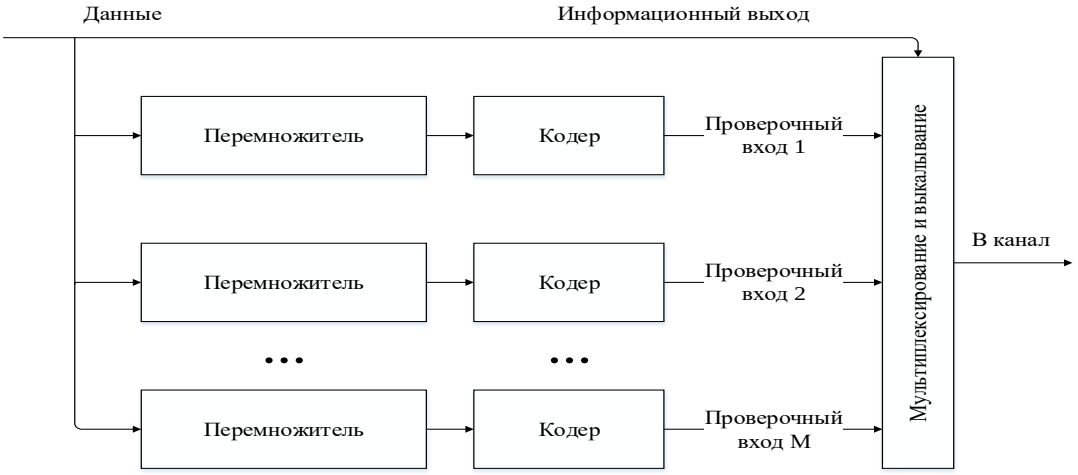


Рисунок 1. Общая схема кодера турбокода

В результате общая кодовая скорость турбокода при использовании составляющих кодов со скоростью 1/2 оказывается равной $R = 1/(M+1)$, где M – количество составляющих кодеров. Затем систематические и проверочные биты от всех составляющих кодеров объединяются в одно кодовое слово, передаваемое по каналу связи.

Вслед за турбокодами на спутниковых линиях связи стали применяться низкоплотностные коды, впервые описанные Галлагером еще в 60 – годах 20 века. Изначально коды с низкой плотностью проверок на четность (коды LDPC – Low – densityparity – checkcodes) не считались перспективными. Но затем было доказано, что минимальное расстояние кодов Галлагера линейно растет с увеличением длины кодового слова и что также линейно возрастает сложность алгоритма декодирования. Эффективность этих кодов превосходит эффективность турбокодов при равной длине кодового слова. В настоящее время теория построения кодов LDPC развивается

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 продолжается совершенствование алгоритмов декодирования. Использование кодов LDPC предусмотрено стандартом цифрового спутникового телевизионного вещания DVB – S2.

В современных спутниковых модемах применяются различные сочетания видов модуляции и помехоустойчивого кодирования. Сравнительный анализ качественных показателей применения тех или иных методов модуляции и кодирования в современных спутниковых модемах представлен в таблице 1.

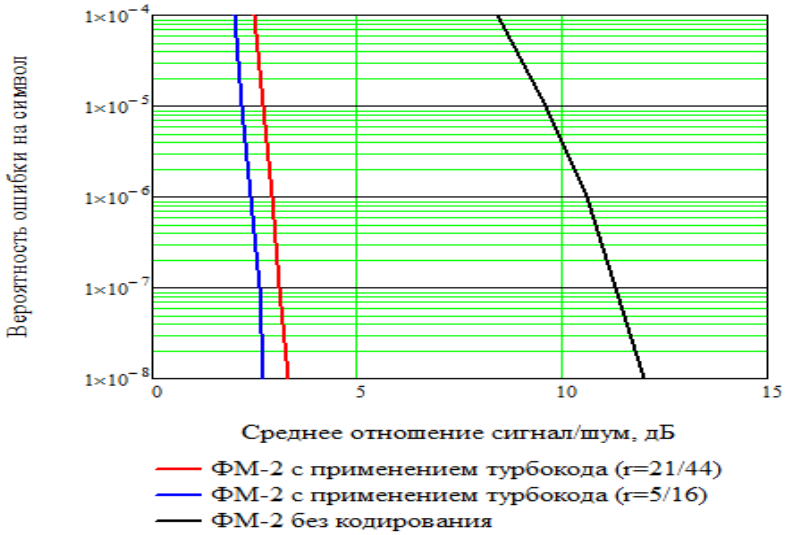
Таблица 1

Требуемое среднее отношение сигнал/шум для обеспечения гарантированной вероятности символьной ошибки в системах с ФМ-2 и ФМ-4 при применении различных помехоустойчивых кодов

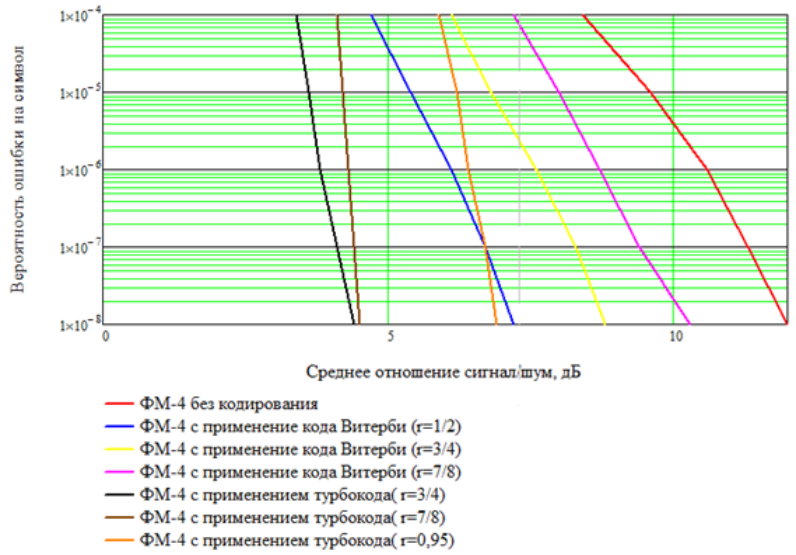
Тип сигнала в сочетании с кодом	Среднее отношение сигнал/шум $10\lg(h^2)$ для обеспечения гарантированной вероятности символьной ошибки $P_{ош}, дБ$				
	$P_{ош}=10^{-4}$	$P_{ош}=10^{-5}$	$P_{ош}=10^{-6}$	$P_{ош}=10^{-7}$	$P_{ош}=10^{-8}$
ФМ – 2 (без кодирования)	8,4	9,6	10,6	11,3	12,0
ФМ – 2, Turbo, r=21/44	2,5	2.7	2,9	3,1	3,3
ФМ – 2, Turbo, r=5/16	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7
ФМ – 4 (без кодирования)	9	10,4	11,8	12,5	14,1
ФМ – 4, Витерби, r=1/2	4,7	5,4	6,1	6,7	7,2
ФМ – 4, Витерби, r=3/4	6,1	6,8	7,6	8,3	8,8
ФМ – 4, Витерби, r=7/8	7,2	8,0	8,7	9,4	10,3
ФМ – 4, Turbo, r=3/4	3,5	3,6	3,8	4,1	4,4
ФМ – 4, Turbo, r=7/8	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
ФМ – 4, Turbo, r=0,95	5,9	6,2	6,4	6,7	6,9

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

Графически таблицу 1 можно интерпретировать графиками, приведенными на рисунке 2 для сигналов ФМ-2 и ФМ-4, соответственно.



а)



б)

Рисунок 2. Графики зависимости вероятности символьной ошибки от среднего отношения сигнал/шум для различных помехоустойчивых кодов с отличающейся скоростью кодирования: а – ФМ-2, б – ФМ-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|

Чтобы оценить эффективность различных типов сигналов и способов кодирования следует провести сравнение их спектральных характеристик и показателей помехоустойчивости. В таблице 9 приведены совокупные данные для основных типов фазомодулированных сигналов, используемых в перспективных системах спутниковой связи. При этом итоговая скорость кодирования представляет собой отношение числа двоичных информационных символов к общему количеству символов в выходной кодированной последовательности, то есть величине, обратно пропорциональной числу увеличения двоичных символов в результате кодирования. В случае применения составных кодов результирующая скорость кодирования r_0 (FEC) определяется произведением результирующих скоростей кодирования каждого из них.

Таблица 2

Сравнительные показатели эффективности сигналов в сочетании с различными видами помехоустойчивого кодирования в системах спутниковой связи

Тип сигнала	Результирующая скорость кодирования (r_0)	Символьная скорость (S) бит/с	Спектральная эффективность (C) бит/с/Гц	Полоса частот, занимаемая радиосигналом (W), Гц	Пороговое значение $h_ш^2$	Проигрыш по отношению к пределу Шеннона Δh
ФМ – 2 (без кодирования)	1	R	1	1,40 R	1	10,6
ФМ – 2, Turbo, r=21/44	0,48	2,1 R	0,48	2,94 R	0,82	3,7

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

Тип сигнала	Результирующая скорость кодирования (r_0)	Символьная скорость (S) бит/с	Спектральная эффективность (C) бит/с/Гц	Полоса частот, занимаемая радиосигналом (W), Гц	Пороговое значение $h_ш^2$	Проигрыш по отношению к пределу Шеннона Δh
ФМ – 2, Turbo, r=5/16	0,31	3,2 R	0,31	4,48 R	0,77	3,5
ФМ – 4 (без кодирования)	1	0,5 R	2	0,70 R	1,5	8,8
ФМ – 4, Витерби, r=1/2	0,50	R	1,0	1,40 R	1	6,1
ФМ – 4, Витерби, r=3/4	0,75	0,67 R	1,5	0,94 R	1,22	6,7
ФМ – 4, Витерби, r=7/8	0,875	0,57 R	1,75	0,80 R	1,35	7,4
ФМ – 4, Turbo, r=3/4	0,75	0,67 R	1,5	0,94 R	1,22	2,9
ФМ – 4, Turbo, r=7/8	0,875	0,57 R	1,75	0,80 R	1,35	3
ФМ – 4, Turbo, r=0,95	0,95	0,53 R	1,90	0,74 R	1,44	4,8

Символьная скорость S – скорость передачи радиоимпульсов в канале с учетом кодирования. Данная характеристика находится из соотношения:

$$S = R / (r_0 \cdot m) \text{ бит/с}, \quad (3)$$

где R – информационная скорость (бит /с);

m – количество бит, передаваемых одной посылкой радиосигнала.

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

Спектральная эффективность радиосигналов C определяется отношением занимаемой полосы частот радиосигнала, подверженного кодированию, к полосе частот, занимаемой информационной последовательностью:

$$C = R / S \tag{4}$$

Полоса частот, занимаемая радиосигналом, определяется различными источниками не одинаково. К примеру, Intelsat определяет данную характеристику как:

$$W = kxS \tag{5}$$

где k = 1,4 – коэффициент расширения полосы до уровня, при котором расположенные рядом радиосигналы в общем стволе ретранслятора практически не оказывают мешающего влияния друг на друга.

Реально используемая полоса частот зависит от помехоустойчивости используемых для передачи сигналов: при ФМ-2 значение k может быть несколько меньше, а при сигналах с ФМ-8, КАМ-16, КАМ-32 – больше.

В таблице для сигналов ФМ-2, ФМ-4 приведены предельные значения Шеннона для среднего отношения сигнал /шум в случае, когда пропускная способность канала связи равна информационной скорости C = R, а полоса частот совпадает со скоростью передачи радиоимпульсов F = S:

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

$$h_{ш}^2 = \frac{2^{C/F} - 1}{C / F} = \frac{2^S - 1}{S} \quad (6)$$

Эффективность сигналов, используемых в спутниковых системах связи, может быть оценена по степени приближения требуемого отношения сигнал/шум h^2 к предельному значению $h_{ш}^2$. Необходимо сказать, что предел Шеннона характеризует передачу информации без ошибок. Так, на практике выполнить это условие невозможно, при расчетах принята достоверность связи в канале $P_{ош} = 10^{-6}$, что характерно для фиксированных систем спутниковой связи. Степень приближения к пределу Шеннона оценивается выражением:

$$\Delta h = 10 \lg\left(h^2 / h_{ш}^2\right), \text{дБ} \quad (7)$$

Как следует из данных, приведенных в таблице 3, имеется довольно большое разнообразие сочетаний сигналов и тех или иных помехоустойчивых кодов, предназначенных для работы в системах спутниковой системах связи. Проведенный анализ показал, что наибольшую эффективность обеспечивают сигналы с турбо – кодированием. Сигналы с кодом Рида – Соломона и свёрточным кодированием в этом им уступают [12].

Довольно часто использование помехоустойчивых кодов приводит к увеличению времени, расходуемого на выполнение операций кодирования и декодирования информации, что совместно со временем на распространение сигнала до ретранслятора и обратно

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

приводит к существенным задержкам. Оценка появляющейся суммарной задержки из – за выполнения операций кодирования и декодирования сигналов, при скорости передачи информации 64 кбит/с представлена в таблице 3.

Таблица 3

Значения суммарной задержки на кодирование и декодирование сигналов при информационной скорости 64 кбит/с

Параметры кодирования и декодирования	Величина суммарной задержки, мс
ФМ – 2, ФМ–4, Витерби, г = 1/2	12
ФМ–2, ФМ–4, последовательное, г =1/2	74
ФМ–2, ФМ–4, Витерби, г = 1/2, код Рида – Соломона (глубина перемежения =4)	266
ФМ–2, ФМ–4, последовательное, г = 1/2, код Рида – Соломона (глубина перемежения = 8)	522
ФМ–4, Turbo, г = 3/4	48
ФМ–4, Turbo, r =0,95	69
ФМ–4, Turbo, r = 7/8	245
ФМ–2. Turbo, r =21/44	42
ФМ–2, Turbo, r =5/16	70

Значения задержек обратно пропорциональны скорости передачи информации. При R = 128 кбит/с задержки будут в два раза меньше. Как следует из приведенных данных, при использовании турбокодов со скоростями 3/4 и 0,95 вносимая задержка довольно мала, в то время как для турбокода 7/8 величина задержки высока вследствие использования блоков большой длины.

Дальнейший этап исследования состоит в определении энергетического выигрыша вследствие применения помехоустойчивого кодирования в спутниковом радиоканале при приёме сигналов с ФМ-2 и ФМ-4.

Получение энергетического выигрыша в радиолиниях за счет

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

помехоустойчивого кодирования важно для спутниковых мобильных систем связи и авиационных высокоскоростных радиолиний. Энергетический выигрыш в радиолиниях позволяет существенно снизить мощности передатчиков или уменьшить габариты антенных систем приемо – передающих мобильных радиостанций и мощность передатчиков спутниковых ретрансляторов.

Достижение квазибезошибочного приема сообщений обеспечивается посредством обнаружения ошибок в принимаемом сообщении, стирании этого сообщения и повторной передачи стертого сообщения по каналу связи.

Помехоустойчивые коды обеспечивают энергетический выигрыш 5 – 7 дБ и более в радиоканалах без замираний сигнала и десятки дБ в каналах с замираниями сигнала, если обеспечить независимость замираний символов кодового слова, например, разнесением символов во времени (метод перемежения символов) или передачи отдельных символов слова на разных частотах (частотное разнесение) на такой интервал частотного разнесения при котором символы замирают независимо. При этом обеспечивается энергетический выигрыш, аналогичный выигрышу от d_x кратного разнесённого приема символов, где d_x – минимальное Хэммингово расстояние ансамбля кодовых слов.

При помехоустойчивом кодировании к информационным символам добавляются избыточные символы. Пусть длительность одного двоичного символа на входе кодера равна τ_0. Блок из k информационных бит будет передан за время $T = k\tau_0$. Если к k информационным битам добавляются r избыточных бит, так что кодовое слово содержит n=k + r бит, то эти n бит должны быть переданы за время T; при этом длительность канального бита τ окажется равном

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

$\tau = \frac{k}{n}\tau_0$ и полоса частот, занимаемая кодированным сигналом, увеличивается. Величина k/n называется скоростью кодирования $r_k = k/n \le 1$.

Вторым основным параметром двоичного кода является минимальное Хэмминговорасстояние d_x, которое равно минимальному числу символов, на которое отличаются любая пара кодовых слов.

Рассмотрим геометрическое представление оптимальных кодов и энергетический выигрыш помехоустойчивого кода.

Один кодовый символ в виде прямоугольного видеоимпульса с амплитудой U_{Ci} будем характеризовать одной координатой с амплитудой U_{Ci} в Евклидовом пространстве. Кодовое слово из n символов длительностью T представляется в Евклидовом n–мерном пространстве вектором с длиной $U_C = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} U^2_{Ci}} = \sqrt{nP_C}$, где P_C – средняя мощность сигнала длительностью T.

Аналогично, если мощность шума по одной координате есть σ^2, то эффективная длина вектора шума в n– мерном пространстве есть $U_{Ш} = \sqrt{n\sigma^2}$. Так как все направления вектора шума в пространстве сигналов равновероятны, то шум в пространстве сигналов образует некоторое облако неопределенности сферической формы вокруг конца вектора принятого сигнала. Некоторый объем пространства сигналов можно разбить на M непересекающихся объемов (M – число кодовых слов ансамбля сигналов), расположенных около концов векторов сигнала. Этот объем называется зоной сигнала и определяет вероятность правильного приема этого сигнала, поскольку если вектор принятого сигнала и шум попадают в зону передаваемого сигнала, 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|

сигнал считается принятым правильно [13].

Из – за сферической формы облака неопределенности шума при одном и том же объеме зоны сигнала наибольшая вероятность правильного приема сигнала будет соответствовать зоне сигнала, наиболее приближающейся к сфере. Концы векторов сигналов оптимального кода должны лежать в центрах гиперсфер при их плотнейшей укладке в объеме пространства сигналов, поэтому оптимальные коды называются кодами плотнейшей сферической укладки.

В двумерном пространстве задача плотнейшей сферической укладки сводится к задаче плотнейшей укладки кругов на плоскости и оптимальной формой зоны сигналов является правильный шестиугольник, как это показано на рисунке 3.

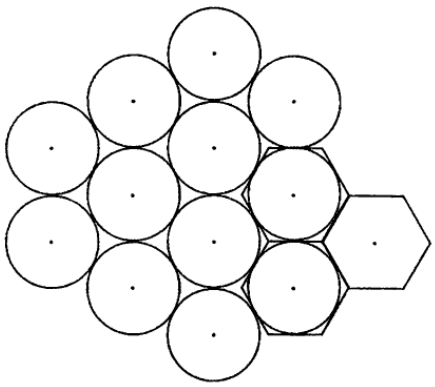


Рисунок 3. Форма зоны сигнала плотнейшей укладки на плоскости

Если все кодовые слова имеют одинаковую энергию, то концы векторов сигналов лежат на поверхности сферы одного и того же радиуса. Сигнальные точки оптимальных кодов в этом случае будут совпадать с центрами кругов плотнейшей укладки на поверхности гиперсферы. Такие оптимальные коды называются кодами

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

поверхностно – сферической укладки.

Максимальная средняя вероятность правильного приема кодовых слов ансамбля сигналов достигается, когда все области правильного приема сигналов или зоны сигналов одинаковы. Такие коды называются регулярными. В трехмерном пространстве сигнальные точки регулярных кодов с равной энергией лежат на поверхности сферы и совпадают с вершинами правильных многогранников, которые показаны на рисунке 4 с числом сигнальных точек M.

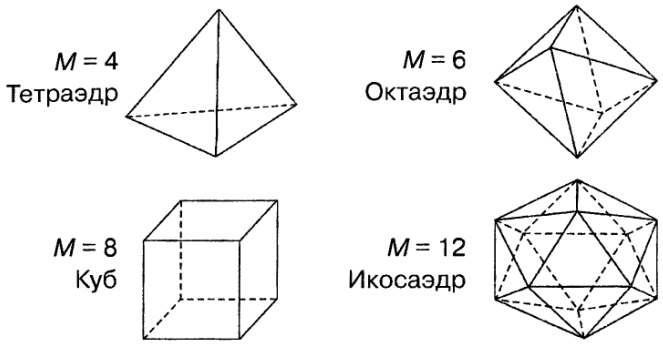


Рисунок 4. Правильные многогранники в трехмерном пространстве

Таблица 4

Характеристики регулярных кодов

Геометрическая фигура	Тетраэдр	Октаэдр	Куб	Икосаэдр
Наименование кода	Симплексный	Биортогональный	Двоичный безизбыточный	-
Число сигнальных точек кода M	4	6	8	12
$M(d/r)^2$	10,67	12	10,67	12

Если радиус сферы, на которой лежат сигнальные точки кодовых слов есть r, то площадь поверхности сферы зоны одного сигнала есть $S_1 = 4\pi r^2 / M$. Помехоустойчивость приема сигналов будет наибольшей для таких сигналов, для которых при одинаковой величине S_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|

расстояние между соседними сигналами d будет наибольшим или для таких сигналов, для которых безразмерная величина d^2 / S_1 будет наибольшей.

Справедливо следующее соотношение:

$$\frac{d^2}{S_1} = \frac{Md^2}{4\pi r^2} = \frac{M}{4\pi}\left(\frac{d}{r}\right)^2 \qquad (8)$$

Величина d / r есть Евклидово расстояние между соседними сигналами на сфере единичного радиуса.

Итак, оптимальный код есть код, который обеспечивает максимум величины $M(d / r)^2$. В таблице 11 представлены значения величин $M(d / r)^2$ для сигнальных конструкций, представленных на рисунке 28.

Из таблицы следует, что кодам плотнейшей поверхностно – сферической укладки соответствуют положения сигнальных точек в вершинах октаэдра и икосаэдра. Эти коды в трехмерном пространстве не являются двоичными. Для икосаэдра можно построить троичный код со значениями символов + 1, 1 и нуль.

Рассмотрим два сигнала в n – мерном пространстве. Расстояние между концами векторов сигнала есть d. Совместим отрезок d с одной из осей координат пространства сигналов (рисунок 29). По координате x_1 действуетгауссовский шум с дисперсией σ^2. Ошибка при приеме кодового слова № 1 или № 2 произойдет, если мгновенное напряжение шума по координате x_1. превысит величину d/2. Вероятность этого события равна:

$$P_{ОШ1} = \int_{d/2}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-x_1^2/2\sigma^2} dx_1 = \frac{1}{2}\left[1 - \Phi\left(\frac{d}{2\sigma}\right)\right]. \qquad (9)$$

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

Найдем величину $(d/2\sigma)^2 = \frac{d^2\tau}{2N_0}$, где $\sigma^2 = N_0\frac{1}{2\tau}$, где τ – длительность одного символа передаваемого n-значного кодового слова.

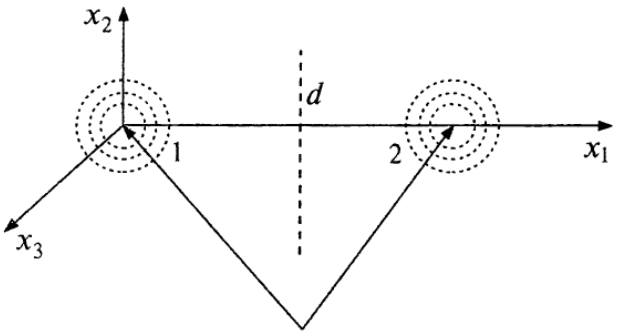


Рисунок 5. Два кодовых слова в кодовом пространстве

Рассмотрим двоичные помехоустойчивые коды с одинаковыми энергиями кодовых слов и минимальным расстоянием Хэмминга d_x между словами. Хэммингово и Евклидово расстояние связаны соотношением $d = 2\sqrt{d_x P_C}$. Тогда:

$$(d/2\sigma)^2 = 2\frac{P_C\tau_0}{N_0}d_x\frac{\tau}{\tau_0} = 2\frac{E_б}{N_0}d_x\frac{k}{n} \quad (10)$$

$$P_{ОШ1} = \frac{1}{2}\left[1-\Phi\left(\sqrt{\frac{2E_б}{N_0}d_x\frac{k}{n}}\right)\right] \quad (11)$$

При ошибочном приеме кодового слова с наибольшей вероятностью будет ошибочно восстановлено ближайшее кодовое слово, и число ошибочно принятых двоичных символов будет равно d_x. Доля ошибочных информационных бит равна $d_x\frac{k}{n}$, а условная вероятность искажения одного информационного бита есть $p = \frac{d_x}{n}P_{ОШ1}$.

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

Окончательно: $p \le \frac{d_x M_{БЛ}}{n}\left[1-\Phi\left(\sqrt{2\frac{E_б}{N_0}d_x\frac{k}{n}}\right)\right]$.

По отношение к безызбыточному коду $(d_x = 1)$ при использовании помехоустойчивых кодов Евклидово расстояние между сигналами возрастает в $\sqrt{d_x\frac{k}{n}}$ раз, а потенциальный энергетический выигрыш помехоустойчивого кода равен $d_x\frac{k}{n}$.

В таблице 5 для $p = 10^{-16}$ и оптимального корреляционного декодера приведены некоторые характеристики помехоустойчивых кодов для $n \le 128$, когда аддитивная граница является еще достаточно точной; η_k – есть энергетический выигрыш кода по отношению к безызбыточному коду.

Таблица 5

Основные характеристики помехоустойчивых кодов

Наименование кода	d_x	$d_x \cdot \frac{k}{n}$	$M_{БЛ}$	$\frac{E_б}{N_0}$, дБ	η_k, дБ	η_k, раз
Код без избыточности	1	1	-	10,5	0	0
Совершенный код Хэмминга (7,4)	3	1,72	7	8,57	1,95	2,9
Симплексный (15,4)	8	2,13	15	8	2,5	3,979
БЧХ (15,7)	5	2,34	18	7,5	3	4,77
Голея (23,12)	7	3,66	253	6,3	4,2	6,232
БЧХ (31,15)	8	3,87	465	6,2	4,3	6,334
БЧХ (64,30)	14	6,56	8064	4,55	6	7,781
БЧХ (128,64)	22	11	243840	3	7,5	8,75

Применительно к задаче компенсации эквивалентных

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

энергетических потерь различные помехоустойчивые коды удобно оценивать показателем повышения помехоустойчивости работы системы. Он определяется отношением эквивалентного энергетического выигрыша (ЭЭВ) к эквивалентным энергетическим потерям при заданной вероятности символьной ошибки. ЭЭВ представляет собой улучшение отношения сигнал/шум при применении помехоустойчивых кодов по сравнению с ОСШ, необходимым для передачи символов с заданной вероятностью без применения кодирования [14].

Определим показатель повышения помехоустойчивости работы системы для каждого кода таблицы 5, применительно к решению задачи компенсации эквивалентных энергетических потерь, возникающих вследствие неравномерности амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик. Результаты сведём в таблицу 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|

Таблица 6

Рассчитанные значения показателя повышения помехоустойчивости работы системы для некоторых типов помехоустойчивых кодов

Наименование кода	Показатель повышения помехоустойчивости работы системы применительно к задаче компенсации ЭЭП, возникаемых вследствие неравномерности АЧХ в диапазоне 70 – 90 ГГц с ФМ-2	Показатель повышения помехоустойчивости работы системы применительно к задаче компенсации ЭЭП, возникаемых вследствие неравномерности АЧХ в диапазоне 70 – 90 ГГц с ФМ-4	Показатель повышения помехоустойчивости работы системы применительно к задаче компенсации ЭЭП, возникаемых вследствие неравномерности ФЧХ в диапазоне 1 – 30 ГГц с ФМ-2	Показатель повышения помехоустойчивости работы системы применительно к задаче компенсации ЭЭП, возникаемых вследствие неравномерности ФЧХ в диапазоне 1 – 30 ГГц с ФМ-4
Совершенный код Хэмминга (7,4)	32,5	19,5	2,4375	1,625
Симплексный (15,4)	41,66	25	3,125	2,083
БЧХ (15,7)	50	30	3,75	2,5
Голея (23,12)	70	42	5,25	3,5
БЧХ (31,15)	71,66	43	5,375	3,58
БЧХ (64,30)	100	60	7,5	5
БЧХ (128,64)	125	75	9,375	6,25

Таким образом, на основе рассчитанных значений можно сделать вывод, что данный показатель растёт с увеличением длины кодового слова. Данное обстоятельство делает такие коды наиболее применимыми в спутниковых системах связи в силу их высокой компенсирующей способности дестабилизирующих факторов.

Таким, образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что влияние неравномерности АЧХ спутникового радиоканала растёт с увеличением частоты передаваемого фазомодулированного сигнала и принимает существенные значения лишь в частотном диапазоне 70 – 90

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

ГГц. Неравномерность фазо – частотной характеристики, наоборот, наиболее сильным образом проявляется на частотах 1 – 30 ГГц. Выбор частотного диапазона для исследования ФЧХ обусловлен максимальной нелинейностью данной характеристики именно в этой полосе частот. В диапазоне от 30 до 80 ГГц данная характеристика практически линейна, что не приемлемо для исследование названного выше фактора.

Эквивалентные энергетические потери, возникающие за счет неравномерности АЧХ и ФЧХ, являются компенсируемыми [3].

Основным средством компенсации данных потерь в спутниковых радиолиниях является использование помехоустойчивых кодов. Наиболее применимыми являются коды Боуза – Чоудхури – Хоквингема (БЧХ), Витерби и турбокоды. Эквивалентный энергетический выигрыш за счёт применения данного типа кодов растёт с увеличением длины кодового слова. Так коды БЧХ (128, 64) обладают энергетическим выигрышем до 7,5 дБ, что в полной мере позволит скомпенсировать рассчитанные энергетические потери [15].

Таким образом поставленные задачи в работе выполнены в полном объёме, что свидетельствует о достижении поставленной цели.

Библиографический список

1. Сомов А. М., Корнев С. Ф. Спутниковые системы связи. [Текст]/ А. М. Сомов, С. Ф. Корнев – Москва.: Горячая Линия – Телеком, 2015 – 244 с.

2. Сомов А. М. Распространение радиоволн и антенны спутниковых систем связи. [Текст] / А. М. Сомов – Москва.: Горячая линия – Телеком, 2015 – 456 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. Мухин И.Е., Хмелевская А.В., Бабанин И.Г. Методологические основы синтеза систем обеспечения электромагнитного доступа средствами радиомониторинга современных систем телекоммуникаций. [Текст] / И. Е. Мухин, А. В. Хмелевская, И. Г. Бабанин – Курск.: Юго-Западный государственный университет, 2015 – 255 с.

4. Маковеева М. М., Шинаков Ю. С. Системы связи с подвижными объектами. [Текст] / М. М. Маковеева, Ю. С. Шинаков – Москва: Радио и связь, 2002 – 440 с.

5. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости. [Текст] / В. А. Котельников – Москва.: Государственное Энергетическое Издательство, 1998 – 154 с.

6. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. [Текст] / И. С. Гоноровский – Москва.: М, 1986 – 512 с.

7. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. [Текст]/ Л. Е. Варакин – Москва: Радио и связь, 1985 – 384 с.

8. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2 –е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003 – 1104 с.

9. Иващенко П. В. Теория помехоустойчивости приёма сигналов электросвязи. [Текст] / П. В. Иващенко, Н. В. Невгазинская.: Одесса: ОНАС им А. С. Попова, 2012 – 86 с.

10. Банкет В. Л., Дорофеев В. М. Цифровые методы в спутниковой связи. [Текст] / В. Л. Банкет, В. М. Дорофеев – Москва.: Радио и связь, 1988 – 240 с.

11. Лезин Ю. С. Оптимальные фильтры и накопители импульсных сигналов. [Текст]/ Ю. С. Лезин – Москва.: Советское радио, 1969 – 448 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|

12. Современное состояние спутниковых линий связи. [Электронный ресурс]. URL: http://housea.ru/index.php/computer/50713/index.html.

13. Тепляков И. М. Телекоммуникационные системы: Сборник задач: Учебное пособие. [Текст] / И. М. Тепляков – М.: ИП «Радио-Софт», 2008 – 240

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 621.396

Коптев Д.С. Расчёт энергетических потерь нешумового характера, вызванных неидеальностью амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик спутникового радиоканала при приёме сигналов ФМ-2 и ФМ-4

Calculation of energy losses of a non-noise character caused by nonideality of the amplitude-frequency and phase-frequency characteristics of a satellite radio channel when FM-2 and FM-4 signals are received

Коптев Дмитрий Сергеевич,
сотрудник кафедры космического приборостроения и систем связи
Юго – Западного государственного университета,
г. Курск, Россия,
d.s.koptev@mail.ru
Koptev Dmitry Sergeevich,
employee of the Department of Space Instrument
Engineering and Communication Systems
Southwestern State University,
Kursk, Russia

Аннотация. Для обеспечения высокой помехоустойчивости современных радиоканалов связи используются сигналы с различными видами модуляции и помехоустойчивого кодирования с переменной скоростью, схемы применения которых адаптируются к сигнально–помеховой обстановке в интересах достижения максимальной символьной скорости передачи в текущих условиях. Однако, требования к энергетическому потенциалу спутниковых радиолиний постоянно ужесточаются, что на сегодняшний день ставит необходимым рассмотрение дестабилизирующих факторов, влияние которых ранее учтено не было. К таким следует отнести неравномерность амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристики.

Влияние неравномерности амплитудно – частотной характеристики спутникового радиоканала рассматривалось в частотных диапазонах 10 – 14 ГГц, 30 – 50 ГГц и 70 – 90 ГГц и составило для сигналов ФМ-2 0,0044 дБ, 0,046 дБ и 0,06 дБ соответственно при заданной вероятности ошибки на символ равной $p_{ош} = 10^{-16}$. Для сигналов ФМ-4 значения ЭЭП оказались следующими: 0,0078 дБ, 0,0818 дБ и 0,1 дБ при $p_{ош} = 10^{-16}$. Влияние неравномерности фазо – частотной

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

характеристики оценивалось в диапазоне 1 – 30 ГГц и составило для сигналов ФМ-2 – 0,8 дБ, а для ФМ-4 – 1,2 дБ при той же вероятности символьной ошибки.

Ключевые слова: спутниковые системы связи, эквивалентные энергетические потери, отношение сигнал/шум, амплитудно – частотная характеристика, фазо – частотная характеристика.

Abstract. At present, in the synthesis of high-speed satellite systems to ensure high energy efficiency, it is advisable to study the signal propagation environment in order to take into account its influence. The peculiarity of the satellite radio channel is its large physical extent, which, along with interference in the form of thermal radiation from the earth's surface, absorption in the atmosphere, refraction, depolarization, multipath signal propagation and many other negative factors, does not allow to ensure the linearity of its amplitude-frequency and phase-frequency characteristics . This circumstance leads to the appearance of energy losses of a non-noise character.

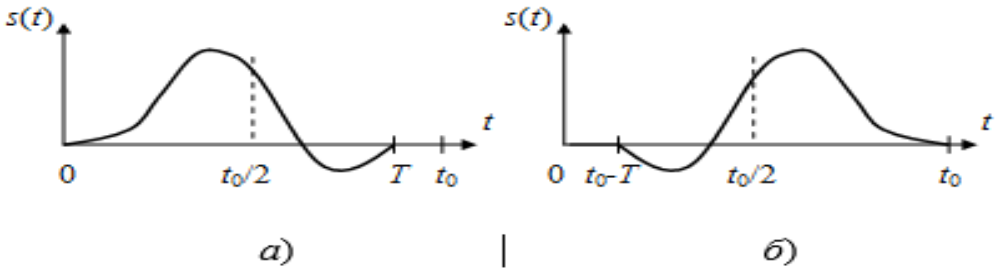
Keywords: satellite communication systems, equivalent energy losses, signal to noise ratio, amplitude - frequency characteristic, phase - frequency response.

Все методы приёма, для реализации которых необходимо точное априорное знание начальных фаз приходящих сигналов, называют когерентными.

Скалярноепроизведение $(z, s_i) = \int_0^T z(t)s_i(t)dt$ можно вычислить с помощью с помощью пассивного линейного фильтра с постоянными параметрами. Отклик такого фильтра в момент времени $t = T$ на входной сигнал $z(t)$ будет $y(t) = \int_0^T z(\tau)h(T-\tau)d\tau$, где $h(\tau)$ – импульсная характеристика фильтра. Для того чтобы в момент времени $t = T$ получить значение $y(t)$, равное скалярному произведению, необходимо обеспечить следующее согласование $h(T-\tau) = s_i(t)$ или $h(t) = s_i(T-\tau)$. Линейный пассивный

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

фильтрс постоянными параметрами и ИХ $h(t) = as(t_0 - t)$, где a, t_0 – постоянные, называется согласованным фильтром(СФ)для сигнала $s(t)$. Функция $h(t)$является зеркальным отображением $s(t)$относительно оси, проведённой через точку $t_0 / 2$ (рисунок 1).



а) | б)

Рисунок 1. Сигнал $s(t)$ (a) и импульсная характеристика $h(t)$ согласованного фильтра(б)

Для физической реализуемости фильтра необходимо и достаточно, чтобы $h(t) = 0$ при $t < 0$.

Частотная характеристика СФ с требуемой ИХ определяется преобразованием Фурье:

$$K_{СФ}(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-j\omega t}dt = a\int_{-\infty}^{+\infty} s(t_0 - t)e^{-j\omega t}dt =$$

$$= a\int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau)e^{-j\omega(t_0-\tau)}d\tau = a\,\overline{S}(j\omega)e^{-j\omega t_0} \qquad (1)$$

где $\overline{S}(j\omega)$ – функция, комплексно – сопряжённая со спектральной плотностью сигнала $s(t)$.

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

Следовательно, с точностью до коэффициента a АЧХ согласованного фильтраопределяется амплитудным спектром сигнала $s(t)$, т. е. фильтр лучше передаёт те частоты, которые дают больший вклад в энергию сигнала, а его фазо – частотная характеристика обратна по знаку фазовому спектру сигнала $s(t)$. Благодаря этому в момент t_0 все составляющие спектра принимаемого сигнала складываются в фазе и дают максимальный отклик.

Отклик СФ на финитный сигнал длительностью *T,* поданный на вход в момент времени*t* = 0, существует лишь на финитном интервале протяжённостью 2*T.* Отклик СФ на сигнал, с которым он согласован, равен:

$$y_{СФ}(t) = \int_0^t s(t-\tau)h(\tau)d\tau = a\int_0^t s(t-\tau)s(t_0-\tau)d\tau = aB_s(t_0-t), \quad (2)$$

где $B_s(t_0-t)$ –ФК сигнала *s*(*t*)при аргументе t_0-t.

Для финитного сигнала она определена на интервале (0, 2*T*) и имеет максимум в точке *t*= t_0 = *T.* Формы полезного сигнала на входе и выходе СФ, как правило, существенно отличаются друг от друга. Задачей СФ является не восстановление формы сигнала, искажённой шумом, а получение одного отсчёта, по которому можно судить о присутствии или отсутствии на входе СФ сигнала известной формы.

Определим потенциальную помехоустойчивость для двоичной системы с аддитивным белым гауссовым шумом в канале, когда при приеме точно известны оба ожидаемых сигнала: $s_1(t)$ и $s_0(t)$, полагая, что априорные вероятности этих сигналов одинаковы. Приходящий сигнал $z(t)$ является случайным, так как, во – первых, заранее не

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

известна реализация передаваемого сигнала, во – вторых, он содержит случайную помеху $n(t)$.

В этом случае, согласно выражению (2), алгоритм оптимального приёма запишется следующим образом:

$$\int_0^T z(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt > 0,5\left(E_1-E_0\right),\ E_i=\int_0^T s_i^2(t)dt,\ i=0,1. \qquad (3)$$

При этом вероятность ошибки определяется вероятностью того, что неравенство 12 не выполнено, т. е. вероятностью выполнения неравенства 4.

$$\int_0^T s_1(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt+\int_0^T n(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt < 0,5\int_0^T\left[s_1^2(t)-s_0^2(t)\right]dt \qquad (4)$$

Данное неравенство легко привести к виду 5:

$$\int_0^T N(t)\left[s_1(t)-s_0(t)\right]dt < -0,5\int_0^T\left[s_1(t)-s_0(t)\right]^2dt\,. \qquad (5)$$

Аналогичное соотношение получается, если предположить, что передаётся символ 0. Следовательно, в обоих случаях вероятности ошибки $p(0/1)=p(1/0)=p$ и сформированный модемом двоичный дискретный канал симметричен. Запишем (5) в виде:

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

$$\xi < -0,5E_э, \qquad (6)$$

где $\xi = \int_0^T N(t)s_\Delta(t)dt;\ E_э = \int_0^T s_\Delta^2(t)dt;\ s_\Delta(t) = s_1(t) - s_0(t)$.

Если $N(t)$–нормальный стационарный белый шум с нулевым средним и односторонней спектральной плотностью мощности N_0, то ξ– нормально распределённая величина, так как она определяется линейной операцией над нормальным случайным процессом. Её математическое ожидание: $\bar{\xi} = \int_0^T \overline{N}(t)s_\Delta(t)dt = 0$. Дисперсия определяется выражением 7.

$$D(\xi) = \overline{\xi^2} = \int_0^T\int_0^T \overline{N(t_1)N(t_2)}s_\Delta(t_1)s_\Delta(t_2)dt_1dt_2 =$$
$$= \frac{N_0}{2}\int_0^T\int_0^T \delta(t_1 - t_2)s_\Delta(t_1)s_\Delta(t_2)dt_1dt_2 = \frac{N_0}{2}\int_0^T s_\Delta^2(t)dt = 0,5N_0E_э. \qquad (7)$$

Вероятность выполнения неравенства 7, т. е. вероятность ошибки, запишется следующим образом:

$$p = \int_{-\infty}^{-0,5E_э} W_1(\xi)d\xi = \frac{1}{\sqrt{2\pi D(\xi)}}\int_{-\infty}^{-0,5E_э} \exp\left[\frac{-\xi^2}{2D(\xi)}\right]d\xi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_\alpha^\infty e^{-\frac{t^2}{2}}dt, \qquad (8)$$

где произведена замена переменной $t = -\xi / \sqrt{D(\xi)}$ и введено обозначение $\alpha = \frac{0,5E_э}{\sqrt{D(\xi)}} = \sqrt{\frac{E_э}{2N_0}}$.

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

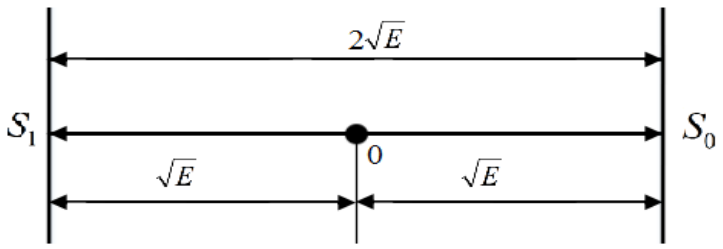
Функция $Q(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}}dt$ табулирована и называется дополнительной функцией ошибок (функцией Крампа). Через Q–функцию выражение 17 можно переписать в виде:

$$p=Q\left(\sqrt{\frac{E_э}{2N_0}}\right). \quad (9)$$

При заданной интенсивности помехи N_0 потенциальная помехоустойчивость двоичной системы зависит только от так называемой эквивалентной энергии сигналов, которая равна квадрату расстояния между сигнальными точками в пространстве Евклида $d^2_{s_1s_0}$. Вероятность ошибки меньше у той системы, у которой больше эквивалентная энергия используемых сигналов.

$$E_э=\int_0^T\left(s_1(t)-s_0(t)\right)^2dt=d^2_{s_1s_0} \quad (10)$$

На рисунке 2 в двумерном пространстве показаны точки сигнала ФМ-2. Сигналы информационной единицы и информационного нуля противоположны друг другу $s_1(t)=-s_0(t)$.



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. Точки сигнала ФМ-2 в пространстве Евклида

Соотношение 10 позволяет осуществлять оптимальный выбор сигналов $s_1(t)$ и $s_0(t)$, обеспечивающих максимально возможную помехоустойчивость при заданной энергии сигналов E. В самом деле, для такой оптимальной системы величина $E_э$ должна быть максимальной при выполнении условия 11.

$$E_1 = \int_0^T s_1^2(t)dt \le E; \quad E_2 = \int_0^T s_0^2(t)dt \le E \qquad (11)$$

Можно записать $E_э = 2E_1 + 2E_0 - \int_0^T \left(s_1(t) + s_0(t)\right)^2 dt$. Для получения максимума этого выражения необходимо сделать E_1 и E_0 возможно большими, а интеграл в правой части – как можно меньшим. Интеграл $\int_0^T \left(s_1(t) + s_0(t)\right)^2 dt$ принимает только неотрицательные значения, поэтому его минимум равен нулю и достигается при условии $s_1(t) = -s_0(t)$. Таким образом, в двоичном канале с постоянными параметрами и аддитивным белым гауссовым шумом оптимальной оказывается система с противоположными сигналами, которой является ФМ-2 [6].

Для всех таких систем $E_э = 4E$ и вероятность ошибки равна:

$$p = Q\left(\sqrt{\frac{2E}{N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{2}h\right) \qquad (12)$$

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

где $h^2 = \frac{E}{N_0}$ – отношение энергии сигнала на входе демодулятора к спектральной плотности мощности флуктуационной помехи.

Рассчитанные значения вероятности ошибки при заданном отношении сигнал/ шум для сигнала ФМ-2 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Рассчитанные значения вероятности ошибки при заданном ОСШ для ФМ-2

ОСШ, h^2, дБ	0	2,47	4,34	6,8	8,4	9,6	10,5	11,4	12,3	13
Вероятность ошибки, p	10^{-1}	$3 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}

При анализе помехоустойчивости двумерных сигналов, таких как ФМ-4, может возникнуть одна из двух ситуаций [7].

1) Линия, которая соединяет сигналы s_i и s_j совпадает с одной из осей координат пространства сигналов. В этом случае вероятность ошибки в двоичной системе, использующей сигналы s_i и s_j, определяется формулой 21, как и в случае одномерных сигналов.

2) Линия, которая соединяет сигналы s_i и s_j не совпадает ни с одной из осей координат пространства сигналов. На рисунке 14 показаны шумовые компоненты оценок: $\hat{a}_c = a_{ci} + \xi_c$ и $\hat{a}_s = a_{si} + \xi_s$, где ξ_c и ξ_s – гауссовские независимые величины с нулевым средним и СКО $\sigma = \sqrt{N_0 / 2}$.

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

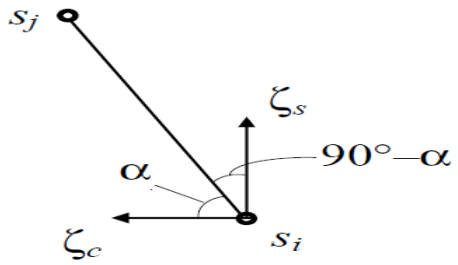


Рисунок 3. Действие шумовых компонент оценок

Учитывая описанные выше положения, найдем вероятность ошибки для многопозиционного двумерного сигнала ФМ-4, представленного на рисунке 4.

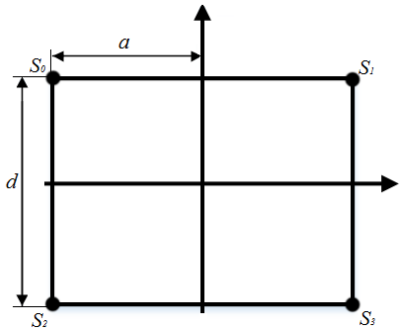


Рисунок 4. Сигнальное созвездие ФМ-4

Координаты канальных символов данного фазомодулированного сигнала, как видно из рисунка, равны $\pm a$, а расстояния между ближайшими символами $d = 2a$. Энергии канальных символов одинаковые $E = 2a^2 = d^2 / 2$. Энергия сигнала на бит:

$$E_б = E / 2 = d^2 / 4; \;\; d = 2\sqrt{E_б} \qquad (13)$$

Из рисунка 4 видно, что достаточно переходы лишь в два ближайших канальных символа, поэтому, учитывая формулу вероятности

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

ошибки канального символа в двоичной системе передачи, можно записать:

$$p = 2Q\left(\frac{d}{\sqrt{2N_0}}\right). \quad (14)$$

Учитывая необходимость выражения вероятности ошибки через отношение сигнал/шум, выражение 14 можно переписать в виде:

$$p = Q\left(\sqrt{2}h\right) \quad (15)$$

Вероятность ошибки является важной мерой производительности, используемой для сравнения схем модуляции. Для согласованного фильтра вычисление p можно представить геометрически (рисунок 5).

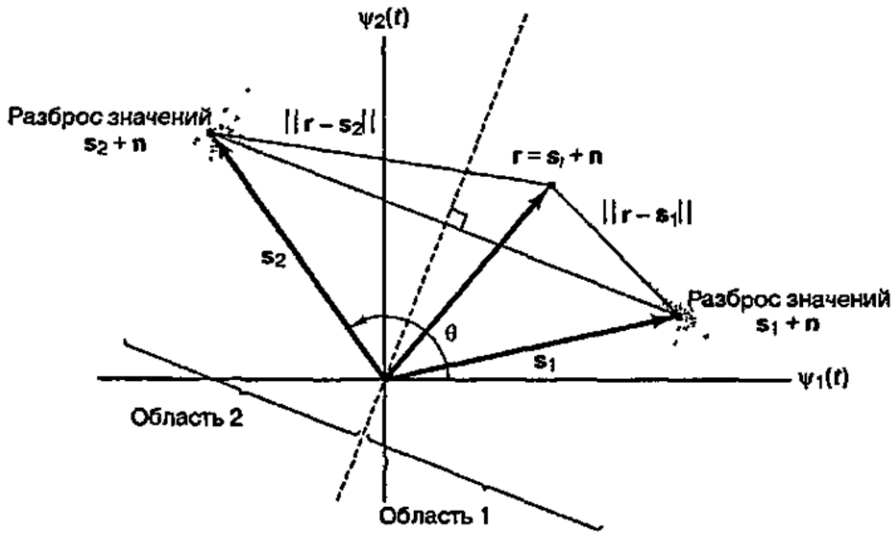


Рисунок 5. Двухмерное пространство сигналов с равными по модулю произвольными векторами s_1 и s_2

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

Расчет *p* включает нахождение вероятности того, что при данном векторе переданного сигнала, скажем s_1, вектор шума n выведет сигнал из области 1. Вероятность принятия детектором неверного решения называется вероятностью символьной ошибки, P_E (когда M>2) [8]. Несмотря на то что решения принимаются на символьном уровне, производительность системы часто удобно задавать через вероятность битовой ошибки P_B .Связь P_B и P_E определяется формулой 16.

$$P_B = \frac{P_E}{\log_2 M} \qquad (для\ \ P_E << 1). \qquad (16)$$

Передача сигналов ФМ-2 и ФМ-4 имеет одинаковую вероятность битовой ошибки, однако формула (16) доказывает, что вероятность символьных ошибок этих схем отличаются. Для модуляции ФМ-2 $P_E = P_B$, а для ФМ-4 $P_E = 2P_B$ [9].

Графики зависимости вероятности ошибки на символ от среднего отношения сигнал/шум для сигналов ФМ-2 и ФМ-4 представлены 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|

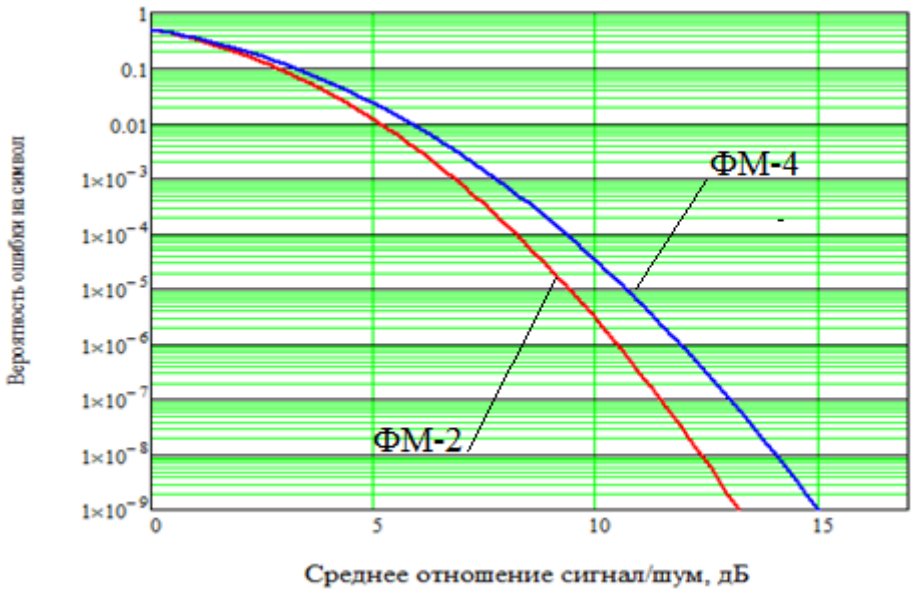


Рисунок 6. Зависимости вероятности символьной ошибки от среднего ОСШ для сигналов ФМ-2 и ФМ-4

Таким образом, получена зависимость вероятности ошибкина символ от среднего отношения сигнал/шум для наиболее распространенных типов сигналов спутниковых систем связи ФМ-2 и ФМ-4. На основе данных зависимостей построены экспериментальные кривые, показывающие что с точки зрения энергетической эффективности наиболее оптимально применение ФМ-2. Сигналы ФМ-4 позволяют обеспечить лучшую спектральную эффективность по сравнению с ФМ-2 в силу большей кратности модуляции.

Дальнейший этап работы состоит в оценке влияния неравномерностей амплитудно – частотных и фазо – частотных характеристик на среднее отношение сигнал/шум.

Спутниковый радиоканал необходимо рассматривать как линейный пространственный фильтр со своей АЧХ и ФЧХ. На формирование данных характеристик оказывают существенное влияние

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

дестабилизирующие факторы, описанные в модифицированном уравнении энергетического баланса (формула 1). Негативное влияние приводит к появлению неравномерностей амплитудно – частотных и фазо – частотных характеристик линейного пространственного фильтра. Величина данных неравномерностей зависит от степени влияния отрицательного фактора и определяет, в свою очередь, величину проигрыша в отношении сигнал/шум [10]. Эквивалентные энергетические потери, вносимые линейным пространственным фильтром, определяются формулой 17:

$$ЭЭП_{\sum} = ЭЭП_{ачх} + ЭЭП_{фчх}\ , \qquad (17)$$

где $ЭЭП_{\sum}$ – суммарные эквивалентные энергетические потери;

$ЭЭП_{ачх}$ – ЭЭП, вызванные неравномерностью АЧХ;

$ЭЭП_{фчх}$ – ЭЭП, вызванные неравномерностью ФЧХ.

При условии линейности усиления усилителя промежуточной частоты (отсутствие ограничения сигнала), всю часть приемного тракта РПрУ от смесителя до демодулятора можно аппроксимировать линейным фильтром с постоянными параметрами. Характеристики сигналов на выходе ЛФ при наличии мультипликативных помех можно определить через функции искажающего преобразования. Как правило, функция искажающего преобразования определятся неравномерностью АЧХ и ФЧХ полосовых фильтров. При этом сигнал, проходя через такой фильтр, приобретает дополнительные амплитудные и фазовые искажения.

Исследуем аналитическую зависимость между эквивалентными

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

энергетическими потерями в РПрУ от величины искажений $\overline{D(\omega)}$ (деформации) АЧХ. Для этого примем для исследований модель последовательно соединенных пространственного фильтра с фильтром без искажений в демодулирующем устройстве радиоприемника. В этом случае спектр сигнала на входе идеального фильтра в демодуляторе будет определяться выражением 18.

$$\overline{S'}_1(\omega) = A(\omega)\overline{S}_1(\omega), \qquad (18)$$

где $\overline{S'}_1(\omega)$–спектр сигнала на входе идеального фильтра;

$\overline{S}_1(\omega)$– спектр неискаженного сигнала;

$A(\omega)$ – функция искажения амплитудного спектра сигнала пространственного фильтра.

Примем допущение о том, что второй линейный фильтр является оптимальным по отношению к элементарному модулирующему импульсу в цифровом сигнале. Длительность этого импульса связана с информационной скоростью и кратностью модуляции следующим соотношением:

$$\tau = \frac{\log_2 M}{R} \qquad (19)$$

где R– информационная скорость; M– кратность модуляции.

Тогда сигнал на выходе оптимального фильтра будет иметь спектр 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|

$$\overline{S'}_2(\omega)=\overline{S'}_1(\omega)\cdot\overline{K}(\omega)=\overline{S'}_1(\omega)C\overline{S}^*_1(\omega)\exp(-j\omega t_0)= \\ =C\cdot A(\omega)S_1^2(\omega)\exp(j\omega t_0) \quad (20)$$

где $\overline{S'}_2(\omega)$ – сигнал на выходе оптимального фильтра;

$\overline{S}^*_1(\omega)$–функция, комплексно – сопряжённая спектрусигнала $\overline{S'}_1(\omega)$;

$\overline{K}(\omega)$ – передаточная функция оптимального фильтра;

С и t_0 –постоянные, t_0 - момент времени, в который наблюдается пиковое значение сигнала;

$S_1(\omega)$ – модуль спектральной плотности сигнала или его амплитудный спектр.

Мгновенное значение данного сигнала определится выражением 21.

$$u_2(t)=\frac{C}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}A(\omega)S_1^2(\omega)\exp\left[j\omega(t-t_0)\right]d\omega. \quad (22)$$

Отдельно рассмотрим случай, когда искажается амплитудный спектр. Многочисленные исследования амплитудно – частотных характеристик линейных фильтров показали, что закон их искажений является гармоническим, что подтверждается результатами практических измерений, представленных на рисунке 18.

В этом случае функция искажающего преобразования будет иметь вид:

$$A(\omega)=a_0+a_1\cos(\omega C)=a_0+\frac{a_1}{2}(e^{j\omega c}+e^{-j\omega c}) \quad (23)$$

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

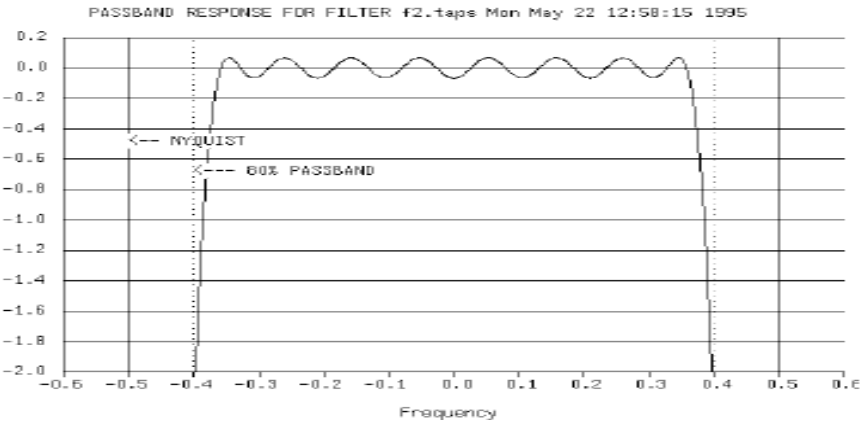


Рисунок 7. Иллюстрация синусоидальных амплитудно – частотных искажений линейного фильтра

Тогда выходное напряжение будет описываться выражением 24:

$$u_2(t)=\frac{a_1}{2}\frac{C}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}S_1^2(\omega)\exp\left[j\omega\left(t-t_0+c\right)\right]d\omega+$$
$$+a_0\frac{C}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}S_1^2(\omega)\exp\left[j\omega\left(t-t_0\right)\right]d\omega+ \quad . \quad (24)$$
$$+\frac{a_1}{2}\frac{C}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}S_1^2(\omega)\exp\left[j\omega\left(t-t_0-c\right)\right]d\omega$$

Сравнивая члены этого выражения с выходным напряжением неискаженного сигнала на выходе оптимального фильтра:

$$u_2(t)=\frac{C}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}S_1^2(\omega)e^{j\omega(t-t_0)}d\omega=\frac{C}{\pi}\int_{0}^{\infty}S_1^2(\omega)\cos\omega(t-t_0)d\omega \quad (25)$$

окончательно получим следующее выражение:

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

$$u_2(t)=\frac{a_1}{2}u_2(t+c)+a_0u_2(t)+\frac{a_1}{2}u_2(t-c). \quad (26)$$

Анализ этого выражения показывает, что в результате косинусоидальных амплитудно – частотных искажений сигнал на выходе оптимального фильтра увеличивается в a_0 раз и появляются еще два сигнала той же формы с относительной амплитудой $a_1/2$, смещенные во времени относительно основного сигнала на величину $\pm c$, где c – параметр, характеризующий периодичность искажений [11]. Длительность сигнала на выходе оптимального фильтра может принимать по отношению к параметру c ряд значений:

$$c>2\tau,\ c>\tau,\ c<\tau \quad (27)$$

При $c>\tau$ происходит частичное перекрытие основного и сопутствующих сигналов, однако это не влияет на величину пикового значения выходного сигнала, которое в a_0 раз больше искаженного сигнала. При этом сигналы на входе фильтра совсем не перекрываются.

$$u_1(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}A(\omega)\bar{S}_1(\omega)\exp(j\omega t)d\omega=\frac{a_1}{2}u_1(t+c)+a_0u_1(t)+\frac{a_1}{2}u_1(t-c) \quad (28)$$

Возводя это выражение в квадрат, и интегрируя в бесконечных пределах по времени, получимсучётом отсутствия перекрытия, что суммарная энергия входного сигнала будет определяться выражением:

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

$$E_{сум} = \left(a_0^2 + \frac{a_1^2}{2} \right) E_1, \qquad (29)$$

где E_1 – энергия неискаженного сигнала.

Следовательно, за счет амплитудно – частотных искажений по закону 29квадрат пикового значения выходного сигнала возрастает в a_0^2 раз, а при оптимальной фильтрации должен был бы увеличиться пропорционально энергии сигнала, то есть в $\left(a_0^2 + \frac{a_1^2}{2} \right)$ раз. Поэтому проигрыш в отношении сигнал/шум по мощности из – за взаимной неоптимальности сигнала и фильтра составит:

$$G = 1 + \frac{a_1^2}{2a_0^2}. \qquad (30)$$

где a_1 – амплитуда гармонической неравномерности АЧХ, дБ;

a_0 – значение АЧХ пространственного фильтра.

Этот проигрыш увеличивается при возрастании относительной амплитуды частотных искажений.

Для расчёта величины данного проигрыша необходимо рассмотреть реальную амплитудно – частотную характеристику спутникового радиоканала, обусловленную затуханием сигнала в кислороде и в парах воды. Рассматривается тропосферный участок радиотрассы толщиной в 15 км. Данная характеристика представлена на рисунке 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|

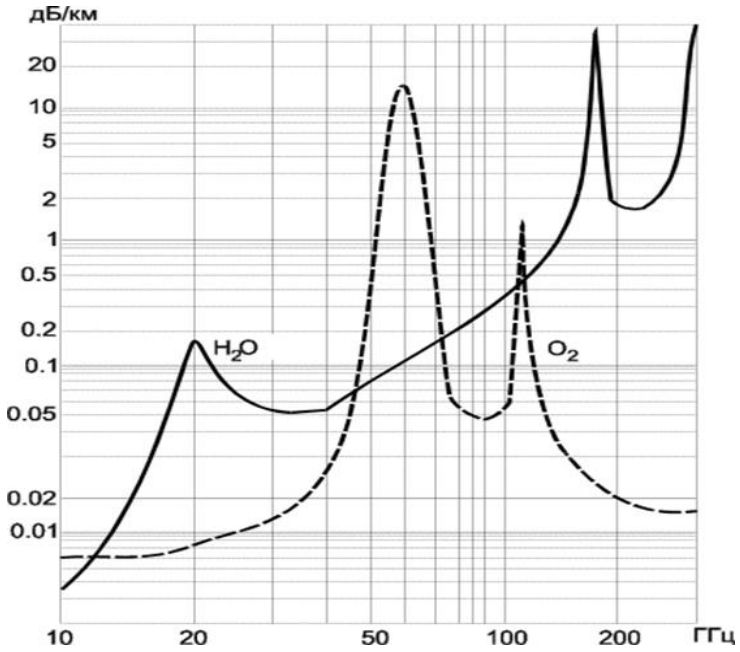


Рисунок 8. Частотно – селективные замирания в атмосфере Земли

Оценить АЧХ всего диапазона частот достаточно трудно, поэтому целесообразно рассмотреть данную характеристику для наиболее перспективных частотных диапазонов спутниковой связи: 10 – 14 ГГц, 30 – 50 ГГц и 70 – 90 ГГц.

Ослабление амплитуды сигнала будет складываться из ослаблений в парах воды и в кислороде. Данные необходимо скорректировать с учетом толщины тропосферного слоя 15 км и перевести из дБ в разы по формуле 31:

$$m = 10^{(n/10)} \qquad (31)$$

где m – численное значение ослабления, выраженное в разах,

n – численное значение ослабления, выраженное в дБ.

Таким образом, для диапазона 10 – 14 ГГц справедлива 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

Значения ослабления сигнала в тропосфере на частотах 10 – 14 ГГц

F, ГГц	10	11	12	13	14
$a\ H_2O$, дБ/км	0,0016	0,0018	0,003	0,004	0,01
$a\ O_2$, дБ/км	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
$a\ H_2O+O_2$, дБ/км	0,0056	0,0058	0,007	0,008	0,014
a $15\cdot(H_2O+O_2)$, дБ	0,084	0,087	0,105	0,12	0,21
a $15\cdot(H_2O+O_2)$, раз	1,01952998	1,02023449	1,02447178	1,0280163	1,04954243

Для получения аналитической зависимости коэффициента ослабления амплитуды от частоты в диапазоне 10 – 14 ГГц необходимо воспользоваться аппроксимацией. Для этого рассмотрим известные аппроксимирующие регрессии и выберем наиболее подходящую. Графики линейной, квадратичной, кубической и полиномиальной четвертой степени функций представлены на рисунке 19. Как видно, наиболее полно функцию ослабления сигнала от частоты описывает полином четвертой степени, следовательно, уравнение аппроксимирующей функции запишется следующим образом:

$$f(x) = 0,000954164x^4 - 0,0445958x^3 + 0,77975x^2 - 6,04112x + 18,5099 \quad (32)$$

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

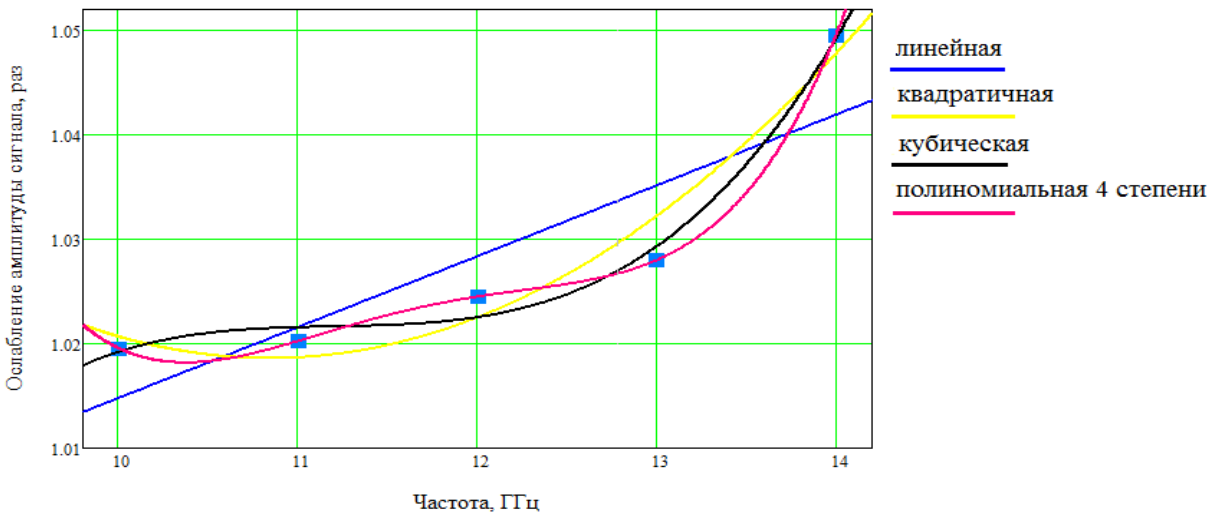


Рисунок 9. Результат выбора аппроксимирующего полинома для функции ослабления амплитуды сигнала от частоты в диапазоне 10 – 14 ГГц

Для нахождения величины проигрыша в отношении сигнал/шум необходимо получить коэффициенты a_0, a_1, a_2,...a_n, разложив функцию (32) в ряд Фурье. Формулы для нахождения этих коэффициентов имеют вид 33.

$$a_0 = \frac{1}{l}\int_a^b f(x)dx \; a_n = \frac{1}{l}\int_a^b f(x)\cos\frac{n\pi x}{l}dx \qquad (33)$$

где a иb– крайние частоты исследуемого диапазона, ГГц;

l –величина, численно равная половине исследуемого интервала.

По результатам расчётов получены следующие коэффициенты: $a_0 = 4{,}178, a_1 = 1{,}341,$ $a_2 = 0{,}3367,$ $a_3 = -0{,}1498, a_4 = -0{,}08427,$ $a_5 = -0{,}05394,$ $a_6 = -0{,}03746,$ $a_7 = -0{,}02752, a_8 = -0{,}02107.$

Суммарный среднеарифметический проигрыш в отношении сигнал/шум определяется 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|

$$G_0 = \frac{G_1 + G_2 + ... + G_n}{n} \quad (34)$$

Каждый отдельно взятый компонент G_n вследствие своей гармонической природы рассчитывается по формуле 38.

По результатам расчётов получены следующие значения: $G_1 = 1,0005151, G_2 = 1,00003247$, $G_3 = 1,00000643$, $G_4 = 1,00000203$, $G_5 = 1,00000083$, $G_6 = 1,0000004$, $G_7 = 1,00000022$, $G_8 = 1,0000001272$. Остальные значения G_n не рассчитывались, так как они очень малы и не оказывают серьезного влияния на итоговый результат.

Величина проигрыша в отношении сигнал/шум составила:

$$G_0 = \frac{1,0005151 + 1,00003247 + 1,00000643 + 1,00000203 + 1,00000083 +}{8}$$
$$\frac{+1,0000004 + 1,00000022 + 1,0000001272}{8} = 1,0000697 \text{ раз}$$

Эквивалентные энергетические потери, рассчитанные при постоянной вероятности символьной ошибки равной 10^{-16} для сигнала ФМ-2 составили 0,0044 дБ, а для сигнала ФМ-4 – 0,0078 дБ.

Для диапазона частот 30 – 50 ГГц исходные данные можно записать в виде таблицы 3.

Для получения аналитической зависимости коэффициента ослабления амплитуды от частоты в диапазоне 30 – 50 ГГц необходимо воспользоваться аппроксимацией. Наиболее известные аппроксимирующие регрессии представлены на рисунке 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|

Таблица 5

Значения ослабления сигнала в тропосфере на частотах 30 – 50 ГГц

F, ГГц	30	35	40	45	50
$a\ H_2O$, дБ/км	0,052	0,051	0,053	0,066	0,08
$a\ O_2$, дБ/км	0,0135	0,02	0,026	0,043	0,3
$a\ H_2O+O_2$, дБ/км	0,0655	0,071	0,079	0,109	0,38
$a\ 15\cdot(H_2O+O_2)$, дБ	0,9825	1,065	1,185	1,635	5,7
$a\ 15\cdot(H_2O+O_2)$, раз	1,25386275	1,27790921	1,31371149	1,4571357	3,71535229

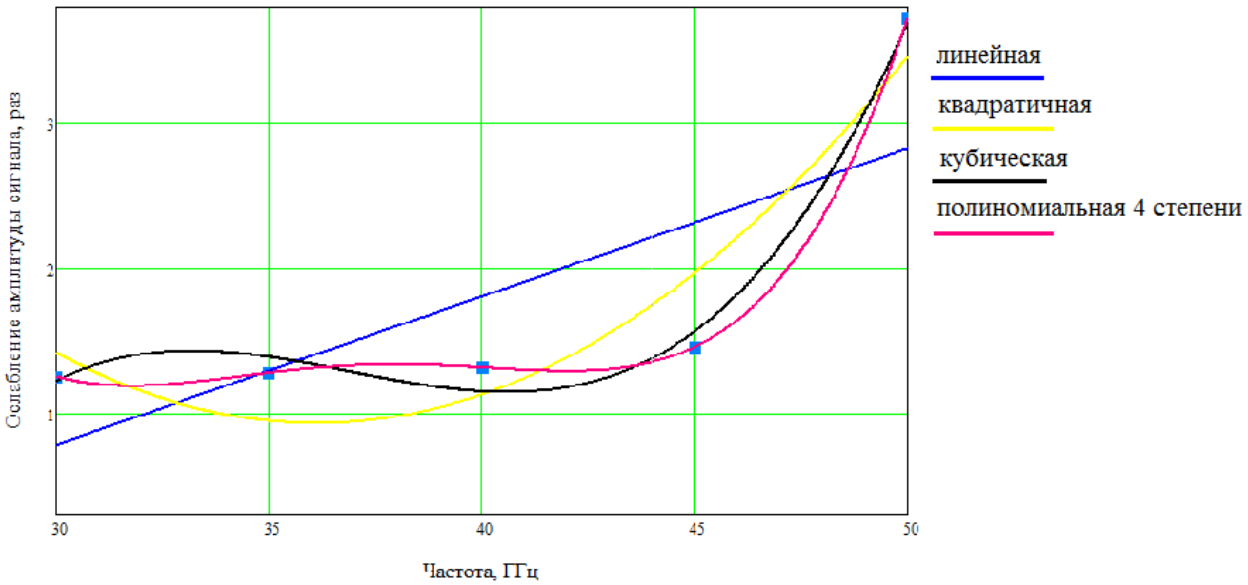


Рисунок 10. Результат выбора аппроксимирующего полинома для функции ослабления амплитуды сигнала от частоты в диапазоне 30 – 50 ГГц

Уравнение аппроксимирующей функции запишется следующим образом:

$$f(x) = -0,00012742 \cdot x^4 - 0,0189852 \cdot x^3 + 1,05396x^2 - 25,8244x + 236,812 \quad (35)$$

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 расчёта величины проигрыша в отношении сигнал/шум, как и в предыдущем случае следует воспользоваться формулами (42). Тогда $a_0 = 3,07$, $a_1 = -0,363$, $a_2 = 0,209$, $a_3 = -0,102$, $a_4 = 0,059$, $a_5 = -0,039$, $a_6 = 0,027$, $a_7 = -0,02$, $a_8 = 0,015$, $a_9 = 0,012$, $a_{10} = 9,847 \cdot 10^{-3}$, $a_{11} = 8,147 \cdot 10^{-3}$, $a_{12} = 6,852 \cdot 10^{-3}$, $a_{13} = 5,842 \cdot 10^{-3}$, $a_{14} = 5,04 \cdot 10^{-3}$.

По результатам расчётов получены следующие значения: $G_1 = 1,00699047$, $G_2 = 1,00231732$, $G_3 = 1,00055194$, $G_4 = 1,00018467$, $G_5 = 1,00008069$, $G_6 = 1,00003867$, $G_7 = 1,00002122$, $G_8 = 1,00001194$, $G_9 = 1,00000764$, $G_{10} = 1,00000514$, $G_{11} = 1,00000352$, $G_{12} = 1,00000249$, $G_{13} = 1,00000181$, $G_{14} = 1,00000135$.

Величина проигрыша в отношении сигнал/шум составила:

$$G_0 = \frac{1,00699047 + 1,00231732 + 1,00055194 + 1,00018467 + 1,00008069 +}{14}$$
$$\frac{+1,00003867 + 1,00002122 + 1,00001194 + 1,00000764 + 1,00000514}{14}$$
$$\frac{1,00000352 + 1,00000249 + 1,00000181 + 1,00000135}{14} = 1,00072992 \text{ раз}$$

Эквивалентные энергетические потери, рассчитанные при постоянной вероятности символьной ошибки равной 10^{-16} для сигнала ФМ-2 составили 0,046 дБ, а для сигнала ФМ-4 – 0,0818 дБ.

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

Значения ослабления сигнала в тропосфере на частотах 70 – 90 ГГц

F, ГГц	70	75	80	85	90
$a\ H_2O$, дБ/км	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25
$a\ O_2$, дБ/км	0,3	0,067	0,055	0,052	0,05
$a\ H_2O+O_2$, дБ/км	0,46	0,257	0,265	0,282	0,3
$a\ 15\cdot(H_2O+O_2)$, дБ	6,9	3,855	3,975	4,23	4,5
$a\ 15\cdot(H_2O+O_2)$, раз	4,89778819	2,42940544	2,49746839	2,64850014	2,81838293

Для получения аналитической зависимости коэффициента ослабления амплитуды от частоты в диапазоне 70 – 90 ГГц необходимо воспользоваться аппроксимацией. Наиболее известные аппроксимирующие регрессии представлены на рисунке 11.

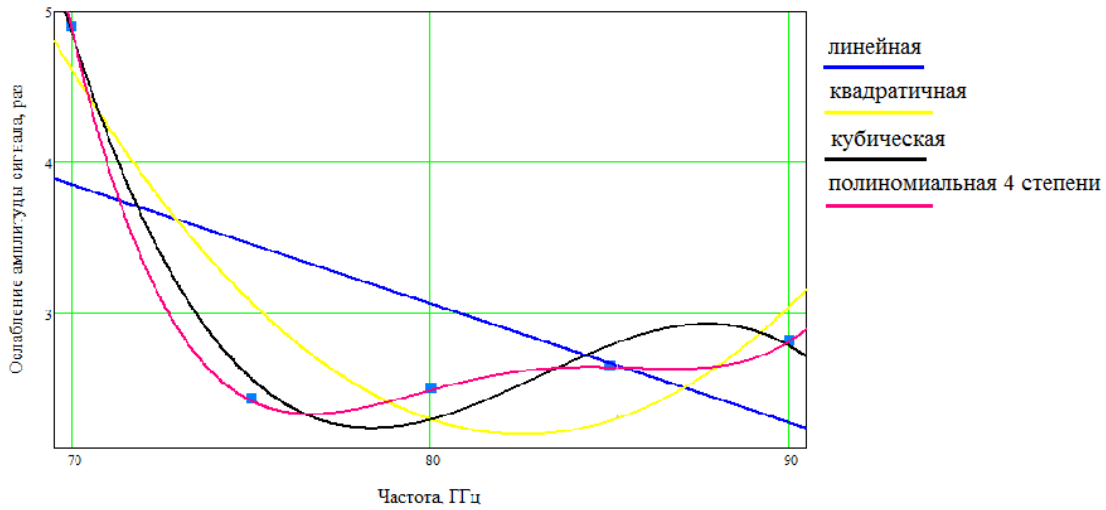


Рисунок 11. Результат выбора аппроксимирующего полинома для функции ослабления амплитуды сигнала от частоты в диапазоне 70 – 90 ГГц

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

Уравнение аппроксимирующей функции запишется следующим образом:

$$f(x) = 0,000159291 \cdot x^4 - 0,0526514 \cdot x^3 + 6,51725x^2 - 358,017x + 7366,4 \quad (36)$$

Для расчёта величины проигрыша в отношении сигнал/шум, как и в предыдущих случаях следует воспользоваться формулами (29). Тогда $a_0 = 5,448$, $a_1 = -0,413$, $a_2 = 0,25$, $a_3 = -0,123$, $a_4 = 0,072$, $a_5 = -0,047$, $a_6 = 0,033$, $a_7 = -0,024$, $a_8 = 0,019$, $a_9 = -0,015$, $a_{10} = 0,012$.

По результатам расчётов получены следующие значения: $G_1 = 1,0028734$, $G_2 = 1,00105287$, $G_3 = 1,0025486$, $G_4 = 1,0008733$, $G_5 = 1,00003721$, $G_6 = 1,00001835$, $G_7 = 1,0000097$, $G_8 = 1,00000608$, $G_9 = 1,00000379$, $G_{10} = 1,00000243$.

Таким образом, величина проигрыша в отношении сигнал/шум составила:

$$G_0 = \frac{1,0028734 + 1,00105287 + 1,0025486 + 1,0008733 + 1,00003721 +}{10}$$
$$\frac{+1,00001835 + 1,0000097 + 1,00000608 + 1,00000379 + 1,00000243}{10} =$$
$$= 1,00074257 \text{ раз}$$

Эквивалентные энергетические потери, рассчитанные при постоянной вероятности символьной ошибки равной 10^{-16} для сигнала ФМ-2 составили 0,06 дБ, а для сигнала ФМ-4 – 0,1 дБ.

Исходя из полученных практическим путем данных можно сделать вывод, что проигрыш в отношении сигнал/шум вследствие неидеальности амплитудно – частотной характеристики увеличивается

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 ростом частоты. Это объясняется не только тем, что растет затухание сигнала из – за увеличения потерь в парах воды и кислороде, но и также тем, что на больших частотах амплитудно – частотная характеристика радиоканала все более отлична от линейной, а значит оказывает большее влияние на спектр передаваемого сигнала. Полученные значения среднеарифметического проигрыша являются оценкой этого влияния. На сегодняшний день воздействием данного дестабилизирующего фактора можно пренебречь, однако со временем по мере ужесточения требований по вероятности ошибки на символ в спутниковых системах связи до величины $10^{-16} \div 10^{-20}$ с этим фактором необходимо будет считаться.Эквивалентные энергетические потери, вызываемые неравномерностью амплитудно – частотной характеристики в частотном диапазоне 10 – 14 ГГц пренебрежимо малы. Для диапазонов 30 – 50 ГГц и 70 – 90 ГГц влияние данного фактора существеннее. График зависимости вероятности ошибки на символ от среднего отношения сигнал/шум для сигналов ФМ-2 и ФМ-4 в диапазоне 70 – 90 ГГц представлен 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|

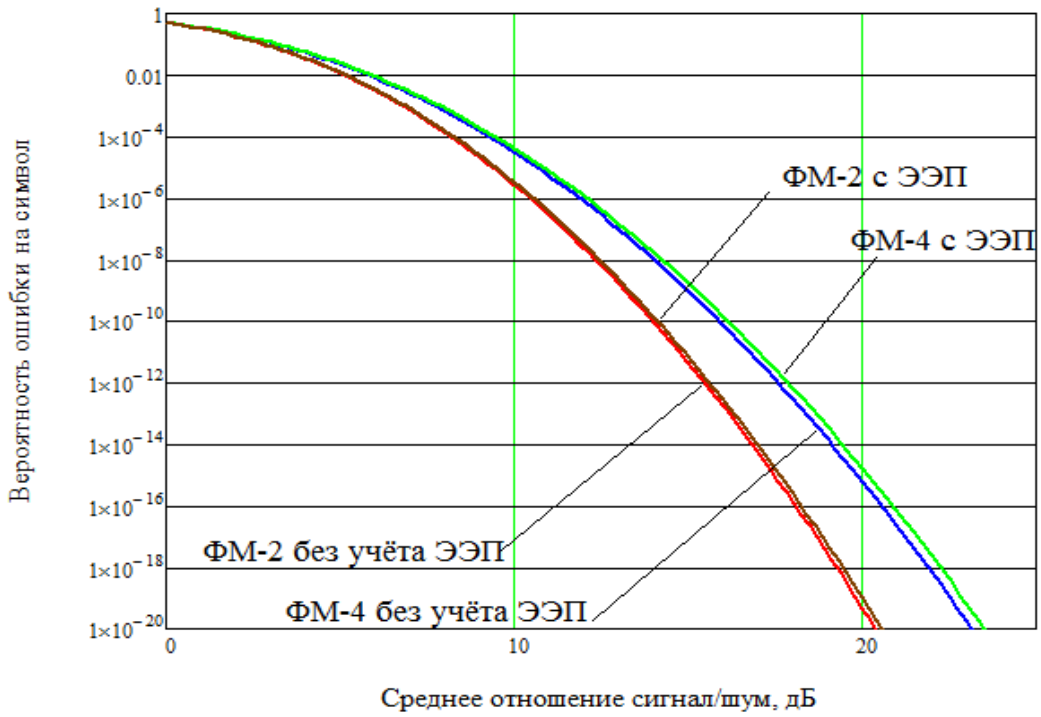


Рисунок 12. График зависимости вероятности ошибки на символ от среднего отношения сигнал/шум для сигналов ФМ-2 и ФМ-4 в диапазоне 70 – 90 ГГц

Исследования искажений фазочастотных характеристик пространственных фильтров показали, что закон их искажений является также гармоническим:

$$\overline{D}(\omega) = e^{jB(\omega)} = e^{jb\sin(\omega c)}, \qquad (37)$$

где $B(\omega)$ – функция искажений фазового спектра сигнала;

b –амплитуда гармонической неравномерности ФЧХ;

ω – циклическая частота гармонических искажений ФЧХ;

c – параметр, характеризующий периодичность искажений.

В случае фазочастотных искажений выходной сигнал 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|

определяться выражением:

$$u_2(t) = \frac{C}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_1^2(\omega) \exp\left[j\left(\omega\left(t - t_0\right) + b\sin \omega c \right) \right] d\omega . \qquad (38)$$

Проигрыш в отношении сигнал/шум по мощности вследствие фазочастотных изменений сигнала:

$$G = \left[J_0(b) \right]^{-2} \qquad (39)$$

где $J_0(b)$ – функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Из формулы 39 следует, что влияние фазо – частотных искажений сигнала незначительно только при достаточно малой их величине.

Основное искажающее воздействие на сигнал при распространении радиоволн в ионосфере обусловлено флуктуациями распределения свободных электронов, что порождает вращение плоскости поляризации, изменение частоты, задержки распространения, фазовый сдвиг и дополнительное ослабление сигнала.

Проходящее через ионосферу электромагнитное поле возбуждает колебательные движения свободных электронов, которые в свою очередь изменяют параметры первичного электромагнитного поля.

Исследуем математическую модель концентрации электронов для анализа влияния набега фаз, возникающего при распространении сигнала в ионосфере, и проведем исследование энергетических потерь сигнала на трассе Земля – ИСЗ для наиболее используемого в настоящее время диапазона частот от 1 до 30 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|

Математическая модель интегральной концентрации электронов в ионосфере определяется выражением:

$$N = 1,7 N_{\max} \frac{\sqrt{R^2 + h^2 + Rh\sin\beta} - h_d - R}{h_m - h_d} \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{\sqrt{R^2 + h^2 + Rh\sin\beta} - h_d - R}{h_m - h_d} \right]^2 \right) \quad (40)$$

где $N_{\max}$ – максимально возможная концентрация электронов в рассматриваемом слое ионосферы, $N_{\max} = 10^{19}$;

R – радиус Земли, $R = 6370$ км;

h –расстояние до спутника, $h = 38500$ км;

h_m – высота слоя ионосферы с максимальной концентрацией электронов, $h_m = 250$ км;

h_d – нижняя граница ионосферы, $h_d = 55$ км;

β – угол наклона трассы распространения электромагнитных волн относительно горизонта, $\beta = 45^0$.

Дисперсные свойства ионосферы являются причиной изменения фазовых соотношений между гармоническими составляющими сигнала. Именно это приводит к искажению формы сигнала в ионосфере.

Таблица 7

Результаты моделирования прохождения радиоимпульсов разной частоты по трассе ИСЗ – Земля

f, ГГц	1	2	4	6	8	10	12	18	24	27	30
φ, град	129,547	51,674	32,28	21,59	16,37	12,94	10,79	7,44	5,398	4,871	4,318

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

Исходя из результатов таблицы 7, построена ФЧХ ионосферы в диапазоне частот 1 – 30 ГГц. Она представлена на рисунке 13.

Уравнение апроксимирующей функции имеет вид:

$$y = 119,46x^{-0,969} \quad (41)$$

Анализ полученной ФЧХ показывает, что она имеет неравномерный характер, что при приёме сигналов будет вносить эквивалентные энергетические потери.

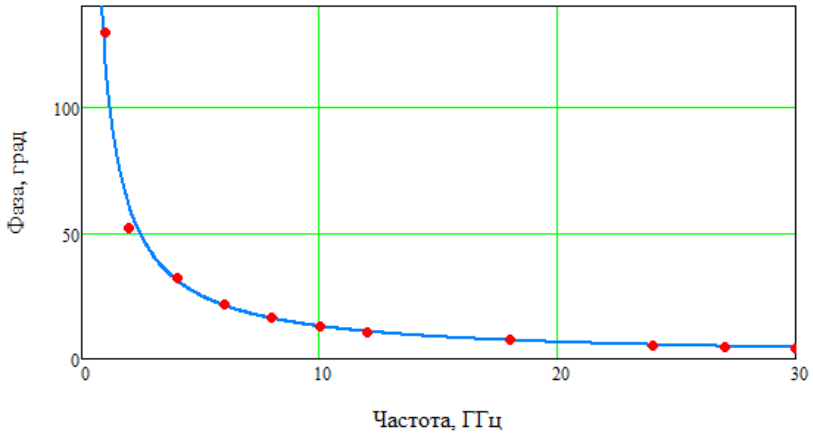


Рисунок 13. Фазо-частотная характеристика ионосферы в диапазоне частот 1 – 30 ГГц

Для определения конкретных значений эквивалентных энергетических потерь, воспользуемся методикой оценки амплитудно – частотных искажений, приведенной выше, но для фазо – частотной характеристики следует рассматривать коэффициенты b_n, определяемые формулой 53.

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

$$b_n = \frac{1}{\ell}\int_a^b f(x)\cos\frac{n\pi x}{\ell}dx \qquad (53)$$

где аи b– крайние частоты исследуемого диапазона, ГГц;

ℓ –величина, численно равная половине исследуемого интервала.

Расчитав 100 коэффициентов b_n, нашли для каждого из них значения функции Бесселя первого рода нулевого порядка, а затем и величину проигрыша в отношении сигнал/шум, исходя из формулы 48. Результаты расчётов указанных величин представлены в приложении А.

Суммарный среднеарифметический проигрыш в отношении сигнал/шум определяется формулой 43, однако необходимо отметить, что составляющие проигрыша, полученные от отрицательных значений b_n должны входить в данную формулу со знаком «минус».

Просуммировав все компоненты, учитывая вышесказанное, получили, что величина проигрыша в отношении сигнал/шум вследствии неравномерности фазо – частотной характеристики в частотном диапазоне от 1 до 30 ГГц составила $G_0 = 1{,}019$ раза.

Графики зависимости вероятности ошибки на символ от среднего отношения сигнал/шум для сигналов ФМ-2 и ФМ-4 в диапазоне 1 – 30 ГГц представлены на рисунке 14.

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

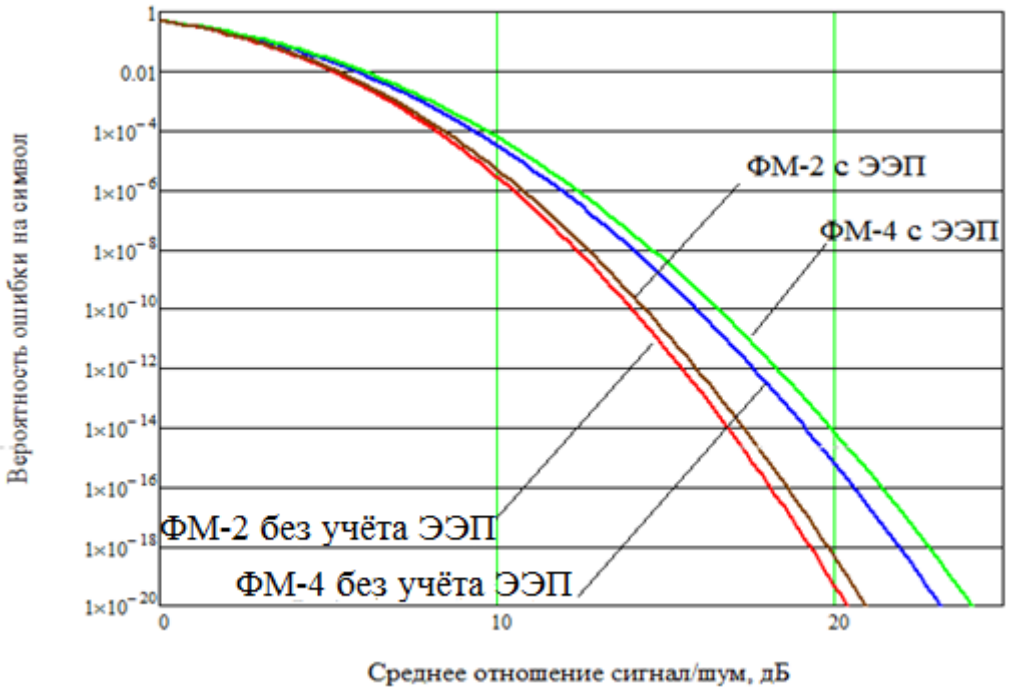


Рисунок 14. Графики зависимости вероятности ошибки на символ от отношения сигнал/шум для сигналов ФМ-2 и ФМ-4 в диапазоне 1 – 30 ГГц

Эквивалентные энергетические потери составили 0,8 дБ для сигнал ФМ-2 и 1,4 дБ для сигнала ФМ-4.

Таким образом, в результате проведенных исследований, были получены теоретические зависимости для расчета проигрыша в отношении сигнал/шум, вызванного неравномерностью амплитудно – частотной и фазо – частотной характеристик, Оценка влияния данных дестабилизирующих факторов выражена в виде конкретных значений эквивалентных энергетических потерь. Обобщив результаты исследования, можно сказать, что, что влияние неравномерности фазо – частотной характеристики на передаваемые по спутниковому радиоканалу сигналы ФМ-2 и ФМ-4 весьма существеннее, чем влияние неравномерности АЧХ. Основополагающее значение в данной

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

ситуации имеет диапазон частот, используемый для передачи. Влияние АЧХ крайне мало на частотах до 30 ГГц, в то время, как ФЧХ радиоканала практически линейна на частотах свыше 30 ГГц.

Библиографический список

1. Мухин И.Е. Перспективы применения многофункциональной спутниковой связи МСПСС «Гонец» / И.Е. Мухин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения. – Курск. – 2015. – С. 151 – 163.

2. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPENFLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции – Казань., 2017. – 35 - 37 с.

3. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

4. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

5. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного гос-

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

ударственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

6. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного моделирования системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

7. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

8. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

9. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного гос-

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

ударственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

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 614.2, 681.3

Шевцов А.Н. Актуальность исследования современного состояния организации полётов гражданской авиации и уровня обеспечения её безопасности

The urgency of researching the current state of organization of civil aviation flights and the level of ensuring its safety

Шевцов Алексей Николаевич,
сотрудник кафедры вокального искусства
Юго – Западного государственного университета,
магистрант г. Курск, Россия,
aleksey_shevtsov95@mail.ru
Shevtsov Alexey Nikolaevich,
employee of the Department of Vocal Art
Southwestern State University,
graduate of the city of Kursk, Russia

Аннотация. В связи с особенностями географических масштабов страны воздушный транспорт выполняет важную социально-экономическую роль, обеспечивая необходимую транспортную доступность и осуществляя функции связности регионов российского государства. В ряде регионов, таких как значительная часть Сибири и Дальнего Востока, воздушный транспорт является наиболее предпочтительным видом транспорта, обеспечивающим связь этих территорий с другими частями России.

Ключевые слова: Международный консультативный комитет, организация воздушного движения, программа предотвращения авиационных происшествий, содружество независимых государств, управление воздушным движением, воздушное судно, российская федерация, взлётно-посадочная полоса, единая автоматизированная сеть связи, земная станция, летательный аппарат.

Abstract. Due to the peculiarities of the geographical scale of the country, air transport performs an important socio-economic role, providing the necessary transport accessibility and carrying out the functions of coherence of the regions of the Russian state. In a number of regions, such as a significant part of Siberia and the Far East, air transport is the most preferred mode of transport, providing the connection of these territories with other parts of Russia.

Keywords: International advisory committee, air traffic management, accident prevention program, commonwealth of independent states, air traffic control, aircraft, Russian Federation, runway, unified automated

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

communication network, earth station, aircraft.

Организация воздушного движения неразрывно связана с его безопасностью. Проблема обеспечения безопасности воздушных перелетов является весьма актуальной, так как последствия случающихся авиакатастроф практически всегда носят катастрофический характер. Поиски решения данной проблемы привели к созданию Международной организации гражданской авиации (ИКАО), деятельность которой направлена на уменьшение или сведение к нулю возникающих чрезвычайных ситуаций в момент нахождения воздушного судна в воздухе. В ноябре 2013 г. организацией была принята 101-я поправка, одним из пунктов которой являлось получение информации о местоположении и высоте воздушного судна, а также организация гарантированной связи диспетчера с воздушным судном. Необходимо отметить, что Российская Федерация, являясь членом ИКАО, приняла указанную поправку, открыв новую эру в гражданской авиации, заключающуюся в оснащении всех воздушных судов средствами приема/передачи информации для возможности отслеживания их в воздушном пространстве, а также передачи с борта воздушного судна необходимой полетной информации.

Целью написания данной статьи является предложение способа передачи полётной информации с борта воздушного судна на Землю через спутники системы персональной спутниковой связи «Гонец», а также определение границ применения данного способа.

Данная работа может найти применение при анализе, проектировании и разработке и/или модернизации современных систем передачи данных с борта воздушного судна на Землю.

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 области авиационного движения давно возникла необходимость перемен в секторе обеспечения безопасности воздушного движения. Это повлекло за собой организацию большого количества мероприятий и технико-педагогического характера.

Одним из самых важных показателей безопасности полётов авиации с научной точки зрения является обоснование компетенций (сфер влияния), что является гарантом безопасности воздушного движения. Возможность системы обеспечить достаточный уровень безопасности, сохраняя при этом его показатели, называется надёжностью системы безопасности воздушного движения.

Воздушные суда (ВС) гражданской авиации, имеющие системы безопасности, напрямую зависят от уровня развития таких отраслей как авиационная деятельность, авиационное образование и промышленность (рисунок 1).

Рисунок 1. Сферы деятельности, определяющие безопасность полётов

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

Нормативной базой авиационной безопасности является статья 83 Воздушного кодекса Российской Федерации, в соответствии с которой, авиационная безопасность – состояние защищенности авиации от незаконного вмешательства в её деятельность.Гарантом надёжности безопасности воздушного движения принято считать систему кадрового обучения, которая основывается на нормативно – правовых и учебно-методических пособиях, направленных на повышение эффективности обучения. Также весьма важен уровень функционирования авиационной техники. Однакочеловеческая деятельность требует постоянного постороннего контроля, нежели другие [1].

Человеческий фактор – один из основных факторов обеспечения качественного воздушного движения. Именно это требует дальнейшего обучения персонала ВС, адаптации его к неблагоприятным условиям, возникающим в критических ситуациях. Причём одной из главных задач,ставящихся перед авиаперсоналом, оказавшимся в такой ситуации, являетсяорганизация слаженной работы коллектива.

Технологии автоматизации призваны снизить вероятность проявления человеческого фактора. Все достижения современной науки, направленные на повышение качества полётов, подготовки к их проведению, доказали, что автоматизация в авиационных системах позволяет существенно увеличить их надёжность, повысив тем самым безопасность воздушного движения. Современные научные исследования, направленные на повышение качества методов и совершенствование средств контроля воздушного движения, должны стать наиболее приоритетными направлениями для всех отраслей науки

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].

Современная система безопасности воздушного движения (СБВД) основывается на системе, созданной в 1970-1980 гг., организационно и технически похожа, её корреляция прослеживается и в основных компонентах. Однако, созданная в 70-80 гг. XX века СБВД была основана на научных исследованиях, направлена на подготовку кадров, ставила своей целью изучение проблемы человеческого фактора.

Следует заметить, что безопасность воздушного движения зависит не только от мер, способствующих предотвращению антитеррористических угроз, но и в большинстве своём – от слаженной работы персонала воздушного судна, погодных условий, степени халатности, техногенного характера, несоблюдения правил безопасности пассажирами ВС.

Смещённый акцент внимания на одну из причин авиакатастрофы, без учёта других, неизменно приведёт к ухудшению мер безопасности воздушного движения в целом.

Нововведения, относящиеся к подготовке кадрового состава и техническому исполнению ВС, произошедшие в последние несколько лет существенно изменили авиационную политику. Результатом нововведений стало противоречие между способностями систем безопасности воздушного движения и требованиями, предъявляемыми к ним [3].

Для решения возникшей проблемы был выбран путь присоединения к сфере полномочий безопасности воздушного движения таких функций как (рисунок 2):

- контроль за разработкой авиационной техники;

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

- применение новых методов подготовки кадрового состава;

- надзор за авиационной деятельностью;

- устранение ошибок, возникающих при создании авиационной техники;

- повышение качества управления в сфере образования лётного состава;

- совершенствование навыков, обеспечивающих безопасность воздушной деятельности;

- расследование авиа происшествий, возникающих в авиационной деятельности.

При создании ВС в Российской Федерации особое внимание уделяется опыту эксплуатации судов схожей направленности, а также совершенствованию применяемых средств диагностики отказов ВС [4].

Следует заметить, что задача исследований для повышения качества и развития системы, обеспечивающей гарантированную связь в любой точке мира, не рассматривалась более конкретно до настоящего времени (рисунок 2).

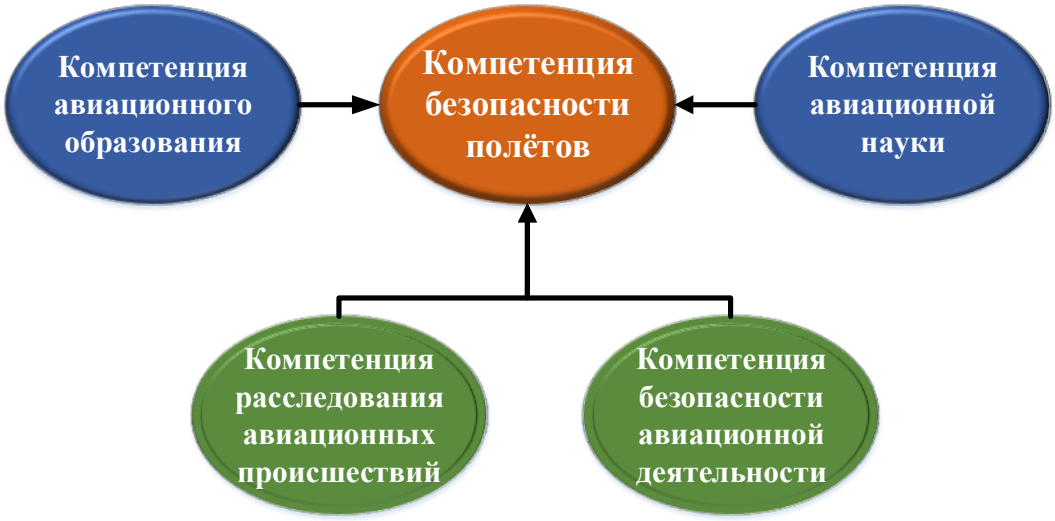


Рисунок 2. Основные составляющие системы безопасности полетов

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, основываясь на положениях РПЛП-90, РПАП-2002 можно заметить, что проблема безопасности воздушного движения, как в государственной, так и в частной сфере решается по трём направлениям (рисунок 3).

То есть данными тремя направлениями являются:

- нормативно-правовое обеспечение, содержащее в себе соблюдение и становление норм, правил;

- требование определённого качества, как от определённых элементов, так и от системы в целом;

- разработка методов профилактики и борьбы с происшествиями в авиационной среде.

В последние тридцать лет международная организация гражданской авиации (ИКАО) пытается сформировать принципиально новые подходы к решению проблем, связанных с повышением общей безопасности движения воздушных судов. Первыми инновационными технологиями, направленными на повышения безопасности полетов, являлись:

- обязательное внедрение в подготовку кадрового состава обучения, направленного на познание особенностей поведения человека в экстремальных ситуациях;

- разработку нормативно – правовых и учебно-методических пособий, направленных на повышение эффективности расследования авиационных происшествий, а также совершенствования систем управления полётов ВС.

Одной из первых новинок международной организации гражданской авиации стала разработка идеологии 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|

безопасностью полетов, внедрение которой началось с 1 января 2009 г. в государствах, принявших 101-ю поправку ИКАО.

Отметим, что понимание разработанной концепции требует от авиационного персонала определенного уровня знаний, без которых невозможно сформировать необходимый уровень её понимания. Говоря другими словами, довольно часто инновации остаются на бумаге, не пройдя стадию внедрения.

Новая идеология предупреждения авиационных происшествий координально изменила систему профилактической работы. Если описываемая идеология определяет в качестве основного источника информации результаты расследования авиационных происшествий, то противоположная идеология ставит своей задачей регулярную деятельность по выявлению факторов являющихся потенциально опасными для отдельных компонентов авиационной системы. Данный подход является правильным, так как обладает возможностью предупреждения авиационного происшествия и вовлекает в себя весь персонал, решающий задачу обеспечения безопасности полётов. Сокращение числа авиакатастроф является основной задачей идеологии предупреждения авиационных происшествий [1].

Важнейшим звеном в системе управления безопасностью полётов (СУБП) является производственная среда, основной функцией которой выступает задействование персонала в задачах по выявлению потенциально неблагоприятных условий производственной деятельности. К тому же, имеется система добровольных сообщений, являющаяся практическим инструментом добровольного участия персонала в деятельности производства (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 3. Компоненты и элементы системы ИКАО

Реализация данной системы направлена на формирование общей культуры безопасности полётов. Грамотное истолкование основных принципов концепций является залогом ее успешного внедрения в авиакомпании.

Международная организация гражданской авиации (InternationalCivilAviationOrganization, ICAO) – учреждение Организации Объединённых Наций (ООН), устанавливающее международные нормы гражданской авиации и координирующее её развитие с целью повышения эффективности и безопасности полётов воздушных судов[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|

Гражданская авиация ввиду большой конкуренции между государственными и частными авиакомпаниями перестала быть жёстко регулируемой системой. Из-за уменьшения расходов на авиаперелёты, существенно страдает обеспечение безопасности воздушного движения.

Международной организаций в области гражданской авиации всех стран, организованной в 1944 г. в виде специального учреждения ООН, является международная организация гражданской авиации – ИКАО. ИКАО была создана для международного взаимодействия в вопросах стандартизации и практических рекомендаций (SARPs). Целью организации ИКАО являются создание безопасного, устойчивого, надёжного эффективного сектора гражданской авиации. Нормативная база организации ИКАО является универсальным для всех авиакомпаний мира регламентом, опираться на правила и нормы которого обязаны все авиа концерны государств, являющихся членами данной организации.

Последнее десятилетие ИКАО создаёт новые методики для решения задач в области обеспечения безопасности полётов ВС. В работе по этому направлению большой опорой стала конференция, проведенная ИКАО с 29 марта по 1 апреля 2010,основной задачей которой являлась разработка новых стандартов организации. Если старый подход заключался в жёстком следовании нормам и правилам, то в новом основной акцент делался на создании систем безопасности, что стало основойсоздания государственной программы систем управления безопасностью полётов (СУБП). Данная система основывается на двух критериях оценки: факторов риска и гарантии обеспечения безопасности полётов.

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

ИКАО продолжает создавать новые приоритеты, повышая тем самым общую безопасность воздушного движения. Так увеличивают безопасность ВС при взлёте и посадке, устраняют столкновения исправных ВС с Землёй по халатности экипажа, устраняют недочёты безопасности ВС в полёте связанные с потерей его управления.

Механизмом, направленным на достижение общей безопасности воздушного движения, являются:

- приведение средств безопасности полётов к общим стандартам;
- взаимодействие средств обеспечения безопасности ВС;
- необходимые ресурсы для создания воздушного аэропланирования;
- взаимодействие по обмену полётной информацией.

Организация ИКАО является единым элементом для всех государств в области обеспечения безопасности воздушного движения, однако имеется ряд проблем юридического характера.

Россия является участником ИКАО, русский язык является одним из рабочих языков организации, на основании постановления, принятого в 2006 г. Законопроект, вносящий статью 24.1 в Воздушный кодекс Российской федерации был подписан Президентом России 25 декабря 2012 г. Данный законопроект позволяет внести в установившиеся нормы новое положение, в котором рассмотрены ключевые моменты создания Российской СУБП. Законопроект был утверждён в сентябре 2013 г.

В статье 24.1 «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС» оговорены принципы утверждающие, что Российская Федерация должна создать государственную СУБП основываясь на стандартах ИКАО. Правительство в свою очередь должно определить

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

последовательность создания и применения СУБП ВС юридическими лицами в РФ. Также необходимо создание органа РФ, обязанного производить анализ и сбор данных о факторах риска, осложняющихреализацию программы повышения безопасности полетов гражданских судов.

Следует отметить, что большая часть функций необходимых для обеспечения безопасного воздушного движения не оговорена в законодательстве Российской Федерации. К функциям обеспечения безопасного воздушного движения относят функции контроля, анализа и защиты от неправомерного использования данных, а также повышения качества СУБП.

Статья, внесённая в воздушный кодекс Российской Федерации, подразумевает вступление в действие 101-ой поправки международной организации гражданской авиации для подразделений, несущих ответственность за конструкцию и изготовление ВС. Системы «Лётной годности воздушных судов» уже существовали в аэропортах и авиакомпаниях, а производители комплектующих ВС обязаны были начать их внедрение с 14 сентября 2013 г.

Таким образом, политика международной гражданской авиации существенно изменилась после принятия 101-ой поправки, в результате чего подход к повышению качества безопасности воздушного движения был признан. В результате этого, законодательная документация, требующая от разработчика самолёта, систем, обеспечивающих адекватное реагирование на проблемы, возникающие в ходе эксплуатации. То есть от предприятия, проектирующего ВС требуются две вещи: построение безопасного ВС и отслеживание его техническихкарактеристик.

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

Производитель, создающий ВС обязан после проектирования удостовериться в его надёжность. После чего он же обязан создать систему обеспечивающую поддержку лётной годности каждого воздушного судна, после чего начинается процесс взаимодействия с авиазаводом и эксплуатирующей организацией. Так же следует отметить необходимость контроля и сертификации продукции требованиям лётной годности и её поддержание организациями, отвечающими за техническую эксплуатацию ВС. Эксплуатирующая организация должна использовать не только ВС, но и системы его технической поддержки вплоть до нормативной документации. В период использования ВС конструкторская организация осуществляет мониторинг его состояния, для того что бы в нужный момент принять меры по устранению причины возникновения неисправностей его жизненно важных систем [3].

В результате принятия 101-ой поправки ИКАО понятие о безопасности воздушного движения существенно изменилось. Так, если до принятия поправки за безопасность воздушного движения несла ответственность только лишь эксплуатирующая организация, то теперь такой же ответственностью обладает и конструкторская организация, которая обязана проводить анализ технического состояния ВС. Таким образом, разработчик должен обеспечить качество воздушного судна,остающееся постоянным при функционировании в максимально-неблагоприятных условиях эксплуатации. Для этого ВС испытывают в условиях подобного рода, результатом чего является расширение возможностей ВС, выявляемых при эксплуатации, при сохранении определённого уровня его безопасности.

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

Цель организации – разработка новых методов и принципов международной аэронавигации. Организация ставит перед собой следующий перечень основных задач:

- обеспечение безопасного и целеустремлённого развития международной авиации по всему мире;

- способствование искусству проектирования, конструирования и эксплуатации ВС в современном обществе;

- развитие маршрутов воздушного движения, инфраструктуры аэропортов и средств аэронавигации для ИКАО;

- удовлетворение растущим потребностям безопасности авиаперелётов;

- предотвращение финансовых потерь, из-за экономии на системах, обеспечивающих безопасности воздушного движения;

- обеспечение справедливой для каждого из стран членов ИКАО возможности эксплуатации авиапредприятий, задействованных в инфраструктуре обеспечения воздушных сообщении;

- способствование развитию международных авиаперелётов;

- общее содействие и регламентирование международной гражданской аэронавигации во всех ее аспектах.

Контроль на предприятиях, разрабатывающих ВС со стороны государства является неотъемлемой частью процесса производства воздушного судна после принятия 101-й поправки ИКАО.

Таким образом, в отчёте комиссии ИКАО 2015 г. было замечено, что состояние безопасности полётов в России существенно улучшилось по сравнению с предыдущими годами и превышает средний уровень проверок подобного рода в странах, входящих в состав ИКАО. Также было отмечено, что рекомендации, полученные от специалистов,

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

входящих в состав ИКАО, были учтены и стали основой совершенствованиязаконодательной деятельности регулированию отрасли, авиации.

Датой основания ИКАО является 1944 г., организация состоит из 190 членов-государств. Русский язык является официальными языком ИКАО [4].

Характеристика основных требований по эксплуатации систем управления безопасностью полётов в соответствии со 101-й поправкой ИКАО

Для ускорения реализации основных принципов обеспечения безопасности полётов, организацией в июле 2010 г. была принята 101-ая поправка ИКАО заключающаяся в обязательном соблюдении следующих основных положений:

1) государства утверждают программу полетов ВС для повышения уровня безопасности полетов.

2) с 14 ноября 2013 года государства имеют права требовать от организаций, отвечающих за конструирование ВС, внедрения требуемой для государства СУБП.

Необходимо отметить, что понятия СУБП на авиапредприятиях разработчиков ВС ранее не существовало. Поправки ИКАО совершенствуют методику обеспечения надёжности воздушного движения. Ключевой задачей проектировщика авиационной системы в свете 101-й поправки является создание воздушного судна со стопроцентной безопасностью, полноценным контролем и максимальной легкостью эксплуатации [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|

Первоначальная система мониторинга воздушного движения, выдвигала требования в виде необходимости постоянного анализа рисков, приводящих к возникновению категорической ситуации во время эксплуатации ВС. Брались во внимание такие факторы как накопленная усталость персонала, присутствие малых нарушений на борту ВС, ненадлежащий уровень техподдержки. В результате анализа организация по эксплуатации обязана принимать меры для сведения к минимуму или устранения факторов, способствующих снижения эффективности авиаполетов [6].

В соответствии со 101-ой поправкой ИКАО ответственность за безопасность воздушного движения распределяется между создателем и организацией занимающейся эксплуатацией самолета.

Поправка, регламентирует перечень требований к созданию СУПБ и вносит для них обязательный характер исполнения, который контролируется на уровне государства [7 - 8].

В настоящее время сформулированы триосновных приоритетных направления в деятельности СУБП:

1) определение потенциальных опасностей авиаперелётов;

2) согласование действий по управлению воздушным движением;

3) расчёт эффективности авиаперелётов

В рамках СУБП предусматривается построение иерархии ответственности, начинающейся с изготовителя ВС и заканчивающаяся, верховным органом безопасности эксплуатирующей организации. Воздушное судно, не имеющее СУБП, исключается из реестра судов, допущенных к гражданским авиаперевозкам.

Деятельность авиапредприятий, направленная на разработку и совершенствование СУБП основывается на «Руководстве 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|

управлению безопасностью полетов» №9939 от 2013 года. Из-за этого авиакомпании и аэропорты имеют принципиально разные системы обеспечения безопасности авиадвижения. Законопроект №260 ФЗ предусматривает создание общих стандартов для построения СУБП с чётко оговоренной степенью ответственности сотрудников различных сфер авиапредприятий [9, 10].

Госпрограмма обеспечения безопасности полётов, принятая в РФ, обязывает авиакомпании обеспечивать качественный уровень безопасности воздушного движения. Этот уровень согласно уставу ИКАО должен устанавливаться государством, госпрограмма по этому поводу молчит, что, по мнению авторитетных специалистов, является замедляющим фактором в процессе интеграции СУБП в сферу авиаавтоматики. Госпрограмма не может функционировать без заданного уровня безопасности полётов, что способствует отсутствию связи между СУБП предприятий и государством.

Таким образом, авиапредприятия сами регламентируют приемлемый для себя уровень безопасности полётов, а государство в праве либо одобрить его, либо наложить запрет [11].

Постоянное взаимодействие государства и систем управления безопасностью полётов должно обеспечить полноценный обмен данных, что приведёт к повышению эффективности воздушного движения. Интегрированные ГСУБП и СУБП обязаны давать возможность прояснения картины авиапроисшествия, а также позволять предприятиям осуществлять обмен информацией для повышения авиабезопасности. Кроме того, разрабатывается общий терминологический аппарат для сферы обеспечения безопасности авиационного движения [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|

Так обеспечение безопасности воздушного движения при эксплуатации ВС достигается в результате выполнения определённой последовательности действий, рисунок 2.

На современном этапе являются устоявшимися, и перспективными следующие направления в области регулирования и анализа безопасности систем:

1) теоретический анализ защищённости систем, в основу которого положены элементы теории надёжности;

2) СУБП, построенная на основах исчисления рисков возникновения нежелательных происшествий в авиационных системах, где риск задан как количество опасности в заранее известных дискретных состояниях.

Анализ рисков или потенциальных опасностей приводящих к появлению авиакатастроф осуществляется зачастую через анализ состава системы и её реагирования на большое количество заранее известных внешних побуждений [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|

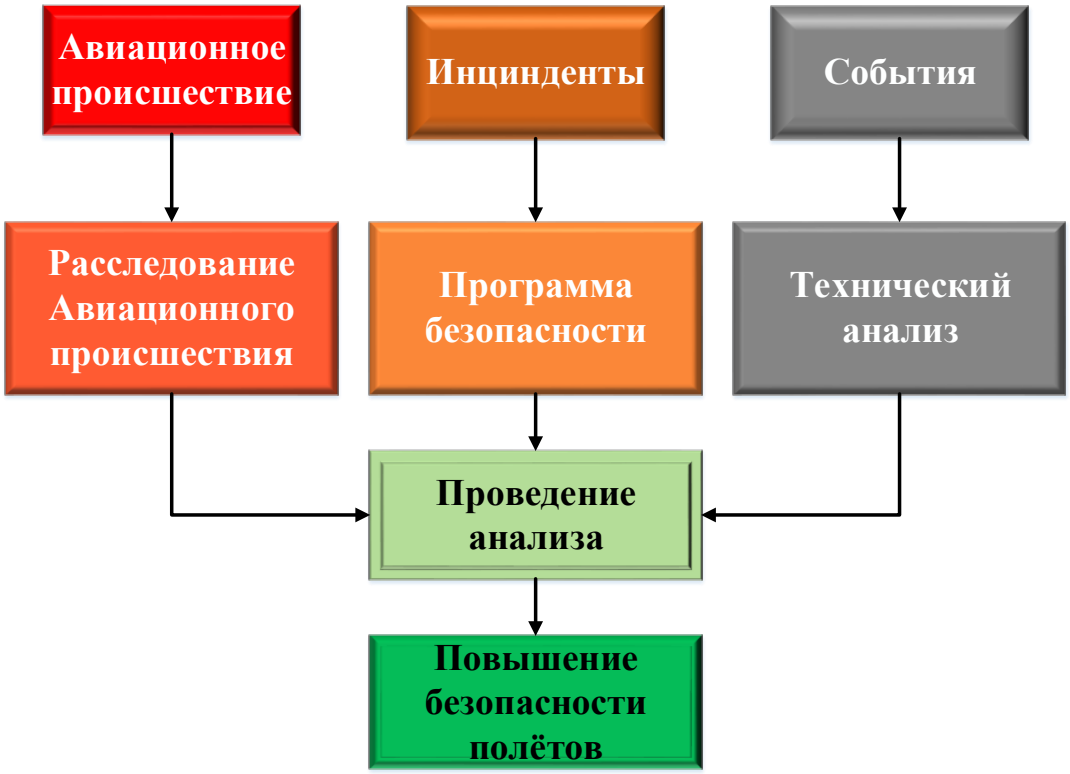


Рисунок 4. Обеспечении безопасности воздушного движения при эксплуатации ВС

Процедура заключается в уточнении перечня возможных ситуаций, заставляющих систему оказаться в критическом состоянии, когда заданный уровень её безопасности оказывается ниже уровня, вызванного риском. Важность рисков можно оценить методом нечётких мер (непрерывных шкал) в следующем виде: малые, значительные, катастрофические [14].

Обоснование необходимости использования аэронавигационных систем для организации связи с воздушным судном севернее полярного круга

Аэронавигационная система (АНС) – важнейший элемент,

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

определяющий качество функционирования авиационной системы всего мира.

В связи с особенностями стратегии развития экономического потенциала разных стран, различием в средствах аэронавигации, правилах и процедурах воздушных авиаперевозок на пути значимых потоков воздушного движения формируются дестабилизирующие факторы, связанные с задержками ВС на Земле и в воздухе, повышением степени возникновения риска авиационного происшествия.

Международная гражданская авиация на 10-й аэронавигационной конференции приняла меры, направленные на синтез принципиально новой концепции систем связи, аэронавигации, а также разработку глобальных и региональных планов развития воздушного движения. Результатом этого мероприятия стали положения, содействующие процессу гармонизации и последующей интеграции отечественных систем аэронавигации [15].

Применение новой концепции во многих странах наталкивается на множество трудностей. В первую очередь это затрагивает государства большой протяжённости, к которым относится Россия, где изначально требует внедрения множество комплексов технических средств, для функционирования на всей территории, что влечёт за собой крупные капиталовложения. И данная ситуация в условиях сокращённого финансирования может ухудшиться, что может произойти, например, при смещении акцента политики государства на решение социальных и других более значимых проблем.

Данная ситуация сформировалась в настоящее время в России где происходит снижение темпов внедрения разработанной ИКАО

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

концепции «связь, навигация, наблюдение / организация воздушного движения» (Communication, Navigation, Surveillance / AirTrafficManagement, CNS/ATM). В связи этим нельзя уверенно сказать о стабилизации всемирной системы аэронавигации, так как обширная территория России и стран СНГ является весьма крупной областью мира, а соответственно и воздушного пространства, через которое проходит огромное количество воздушных трасс, являющихся важными для всего мирового сообщества. На фоне этого проблемы нашего государства становятся общемировыми, а их решение возлагается на все страны, стремящиеся к повышению качества полётов воздушных судов [16].

Решить проблему аэронавигационного обеспечения полётов России пытались фонды попечителей России, США, Франции, Великобритании, и других стран. Они осуществляли сотрудничество по многим вопросам с научной общественностью, результатом чего стало повышение качества работы аэронавигационных систем в России. В первую очередь данный документ был направлен на решение проблем эксплуатации международных воздушных трасс и аэродромов [17].

Значимые аспекты программы развития коррелируются с устоявшимися тенденциями развития и совершенствования национальных АНС. Так же выделены несколько наиболее перспективных направлений, без которых не удастся получить желаемый результат:

- совершенствование АНС России и СНГ;

- интеграция АНС России и других стран СНГ в мировую систему;

- контроль безопасности воздушного 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|

- использование научно-технического потенциала для повышения качества работы АНС.

Программа содержит в себе весь комплекс организационных, экономических, тактических, технических, технологических и эргономических мер, необходимых для развития национальной АНС и обеспечения ее последующей интеграции в общемировую систему [16].

Наиболее применяемой аэронавигационной системой на сегодняшний день является система ACARS. Это концепция цифровой передачи информации, созданная в конце 1970-х годов, позволяющая осуществлять обмен полётной информацией между диспетчерским пунктом и ВС в режиме реального времени.

Разрабатываемая концепция построения и совершенствования аэронавигационной системы России ставит своей целью формирование общего радиолокационного поля страны, федерального уровня и контроля развития аэронавигационной системы с обеспечением её безопасности.

Мероприятия по созданию и развитию Аэронавигационной системы России делятся на 3 этапа (рисунок 3):

- 1 этап состоял из мероприятий, проведенных в 2006-2008 гг., формировавших логическое завершение структурно-функциональной модели системы, учитывающей принципиальные возможности разработанных телекоммуникационных средств и информационных технологий;

- 2 этап планировал перечень действий, по улучшению показателей эффективности системы на фоне роста объёмов авиаперелётов в стране (2008 – 2015 гг.);

- 3 этап формирует задачи, которые планируется решать в период

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 2015-2025 гг., направленные на повышение технологического потенциала аэронавигационных систем России.

Рисунок 5. Этапы развития Аэронавигационной системы России

Концепция по синтезу и совершенствованию аэронавигационных систем России формируется на базе действующих законодательных актов Российской Федерации, с учётом «Положения военно-технической политики Российской Федерации на период до 2018 года и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом Российской Федерации 11 марта 2003 г.

В разработанном документе произведён учёт требований международной гражданской авиации ИКАО, формирующих направления развития всемирных аэронавигационных комплексов

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

вплоть до 2025 года [21].

Применительно к Российской Федерации развитие мировой аэронавигационной системы имеет три основных этапа:

- совершенствование систем безопасности, а также повышение общей эффективности международных и национальных воздушных трасс России;

- формирование требуемых условий для адаптации систем внутри России и последующей их интеграции в общемировую систему;

- генерирование необходимого научного базиса, опираясь на который возможно дальнейшее развитие аэронавигационной системы.

В связи с постоянным ростом объемов авиационной деятельности возникает все большая необходимость в увеличении пропускной способности воздушного пространства, что требует оптимального его использования. На сегодняшний день количество ВС пролетающих над территорией РФ составляет около 7000, куда входят как Российские, так и зарубежные суда авиакомпаний малой и большой авиации. Одна пятая часть рейсов – это рейсы, исключительно российских авиакомпаний, проходящих в северных широтах (выше 66-ой широты), площади данной территории, составляют примерно 4,6 мл. кв. км., что сопоставимо с территориями нескольких европейских стран (рисунок 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|

Рисунок 6. Основные трассы авиаперелётов в пределах РФ

Исходя из количества рейсов в течение одних суток в крупнейших аэропортах Российской Федерации таблица 1, существует необходимость грамотного планирования воздушного пространства, чему могут способствовать аэронавигационные 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|

Таблица 1

Пропускная способность аэропортов, находящихся севернее 60-ойширотыРоссийской Федерации

Название аэропорта	Число рейсов в сутки	Почта и грузы тыс. тонн	Число пассажиров за год тыс.
Мурманск	120	1354,7	751258
Якутск	56	16.3	920
Елизово	98	1136.4	617218
Норильск	63	135	413,238
Врангель	1-8	25	0,867
Угольный	16	76	15
Северная Земля	1-6	19	1,6
Северный ледовитый океан (месторождения, экспедиции, прочие полёты)	6-12	50	3,5

На основе проведённого анализа состояния воздушных перевозок грузов и пассажиров севернее 66^0 с. ш. Российской Федерации выявлено, что задача обеспечения безопасности в соответствии со 101-й поправки ИКАО является актуальной.

В соответствии с требованиями 101-ой поправки ИКАО, все ВС должны быть оснащены системами передачи полётной информацию с борта ВС на Землю и приема управляющей информации (с Земли на ВС). Требования данного типа в соответствии с концепцией, международной организации гражданской авиации, по безопасности воздушного движения, должны повысить общую безопасность воздушного движения и увеличить точность эшелонирования ВС, нежели при использовании радиолокации. Одним из направлений выполнения этих требований является использование 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|

аэронавигации.

В настоящее время в России не существует своей системы аэронавигации. Западные аэронавигационные системы, используемые Российскими авиакомпаниями, обеспечивают не полное покрытие территории, своими наземными станциями. Но так как зарубежные системы аэронавигации работают как через наземные станции, так и через системы спутниковой связи (ССС), связь с воздушным судном возможна над поверхностью Земли в любой момент времени.

Ввиду всего вышесказанного, встаёт необходимость выбора Российских систем спутниковой связи для их последующей интеграции со средствами аэронавигации работающими на зарубежных ССС.

По данным на 2017 г. в Российской Федерации не существует системы спутниковой связи, обеспечивающей связь в любой момент времени в любой точке земной поверхности. Однако существующие российские системы спутниковой связи являются взаимодополняющими друг друга не только в плане покрытия территории, но и во времени ожидания сеанса связи. Одни системы связи обеспечивают гарантированную беспрерывную связь севернее полярного круга, другие южнее.

Ввиду большого количества авиаперелётов выше северного полярного круга в Российской Федерации (таблица 1), а также *больших объёмов воздушных перевозок, грузов, пассажиров вблизи шельфа*, существует необходимость выбора ССС, обеспечивающей гарантированную связь на данной территории (рисунок 4).

Одной из систем спутниковой связи, обеспечивающей устойчивую связь выше северного полярного круга РФ, является МСПСС «Гонец», которая обеспечивает устойчивую связь в любой

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

точке России и мира, с перерывами в сеансах связи, время которых при приближении к полюсам уменьшается до нескольких секунд, рисунок 5.

Исходя из вышеизложенного, мы можем сделать вывод о возможности модернизации системы аэронавигации для передачи данных через спутники «Гонец», обеспечив при этом гарантированную связь с воздушным судном.

В начале 2017 года были введены в эксплуатацию спутники связи «Гонец М1», обеспечивающие выполнение следующих функций:

- контроля состояния и местоположения подвижных средств и грузов, на суше и море;

- экологического, промышленного и научного мониторинга;

- организации связи в удаленных регионах с неразвитой инфраструктурой;

- организации связи в чрезвычайных ситуациях;

- организации глобальных ведомственных и корпоративных сетей 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|

Рисунок 7. Карта времени ожидания сеанса связи ССС Гонец

Спутники «Гонец М1» изначально рассчитывались на передачу данных от подвижных объектов, поэтому целесообразным решением является использование данных спутников связи для последующей их совместной работы с системами аэронавигации.

Таким образом, использование спутников МСПСС «Гонец» позволит решить конкретную задачу, заключающуюся в контроле за подвижными объектами, на которую был ориентирован спутниковый сегмент, состоящий из спутников «Гонец М1».

Решение об использовании отечественной ССС совместно со средствами аэронавигации будет не только стратегическим шагом для нашей страны, но и политически важным решением, которое увеличит спрос на спутниковые системы связи, станет важным экономическим решением.

Следующим этапом данного исследования является выбор аэронавигационной системы. Для решения данной задачи следует

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

обратиться к опыту зарубежных компаний и провести сравнительный анализ, имеющихся на рынке и весьма хорошо себя зарекомендовавших, систем аэронавигации. На основании данного анализа примем решение о выборе системы, наиболее подходящей для организации совместной работы спутников «Гонец» с выбранной системой аэронавигации.

Библиографический список

1. Мухин И.Е. Перспективы применения многофункциональной спутниковой связи МСПСС «Гонец» / И.Е. Мухин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения. – Курск. – 2015. – С. 151 – 163.

2. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPENFLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции– Казань., 2017. – 35 - 37 с.

3. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

4. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных

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

трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

5. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

6. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного моделирования системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

7. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

8. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское

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

приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

9. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

10. Хмелевская, А.В. Сравнительный анализ наиболее распространенных программных комплексов моделирования телекоммуникационных сетей применительно к задаче изучения дисциплин по направлению «Инфокоммуникации» / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Материалы докладов IV региональной заочной научно-практической конференции "ИИС-2016" «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы». – 2017. – С. 189-203

11. Коптев, Д. С. Общая структура OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Инновационные процессы в научной среде». – 2017г. – С. 118 – 120.

12. Коптев, Д. С. Структурно – функциональная модель OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Современный взгляд на будущее науки». – 2017г. – С. 35 – 37.

13. Коптев, Д.С. Сравнительный анализ наиболее

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

перспективных стандартов беспроводных сетей связи / Д.С. Коптев, А.Н. Щитов, А.Н. Шевцов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. - №1. – С. 185 – 191

14. Коптев, Д.С. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OPENFLOW / Д.С. Коптев, И.Г. Бабанин // Сборник научных статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции: в 2 частях «Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения». – 2016. – С. 183-193

15. Бабанин, И.Г. Исследование целесообразности применения средств компенсации дестабилизирующих факторов в спутниковом радиоканале при передаче сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией различной позиционности / И.Г. Бабанин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, А.А. Токарева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 4 (17). – С. 30-34.

16. Шевцов, А.Н. Обеспечение безопасности с точки зрения проверки прав доступа к ресурсам (AAA) / А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, Д.С. Коптев, Д. К. Никандрова // Сборник научных трудов по материалам I международной научно – практической конференции «Современные технологии в науке и образовании: проблемы, достижения, перспективы». – 2016. – С. 105 – 108.

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 614.2, 681.3

Шевцов А.Н. Изучение требований к сетям связи при обеспечении воздушного движения

Examination of the requirements for communication networks in the provision of air traffic

Шевцов Алексей Николаевич,
сотрудник кафедры вокального искусства
Юго – Западного государственного университета, г. Курск, Россия,
aleksey_shevtsov95@mail.ru
Shevtsov Alexey Nikolaevich,
employee of the Department of Vocal Art
Southwestern State University, Kursk, Russia

Аннотация. Авиационная электросвязь гражданской авиации (ГА) является составной частью автоматизированных систем управления воздушным движением (АС УВД), обеспечивает взаимодействие органов управления воздушным движением (УВД), используется в производственной, технологической и коммерческой деятельности авиапредприятий и их служб. Авиационная воздушная (подвижная) радиосвязь является единственным средством связи диспетчеров центров УВД с экипажами воздушных судов (ВС) и между экипажами ВС, находящихся в полете. Технические средства радиосвязи предназначены для передачи и приема телефонных сообщений и данных по каналам авиационной подвижной и фиксированной связи ГА.

Достижение высокой безопасности, регулярности и экономичности полетов в различных метеорологических условиях во многом обеспечивается наличием непрерывной и надежной радиосвязи экипажей ВС с наземными центрами УВД на всех этапах полетов и связи центров УВД с радиотехническими системами обеспечения полетов.

Ключевые слова: аэропортовая сеть, безопасность полетов, система связи, воздушное судно, радиосеть.

Abstract. Aeronautical Telecommunications of Civil Aviation (GA) is an integral part of automated air traffic control systems (ATC ATC), provides interaction of air traffic control authorities (ATC), is used in production, technological and commercial activities of aviation enterprises and their services. Aviation aeronautical (mobile) radio communication is the only means of communication between the dispatchers of ATC centers with the crews of aircraft (aircraft) and between the aircraft crews in flight. Technical means of radio communication are intended for the transmission and reception of telephone messages and data through the channels of the

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

aeronautical mobile and fixed communications of the GA.

Achievement of high safety, regularity and economy of flights in various meteorological conditions is largely ensured by the continuous and reliable radio communication of aircraft crews with ground ATC centers at all stages of flights and communication of ATC centers with radio technical support systems.

Keywords: airport network, flight safety, communication system, aircraft, radio network.

Принципы по организации и структура электросвязи, правила установления и ведения связи, а также порядок использования средств электросвязи в ГА Российской Федерации регламентируются руководством по авиационной электросвязи РС ГА-99[1].

Состояние аэропортовой сети Российской Федерации пользователи услуг - авиакомпании - оценивают как неудовлетворительное.

Целью данной статьиявляется анализ возможности организации системы оперативной связи на предприятии гражданской авиации, с помощью, разработанной фирмой НИТА город Санкт-Петербург, системы коммутации речевой связи "Мегафон".

Сети внутриаэропортовой электросвязи организуются с использованием сертифицированных средств связи и передачи данных, включая линейно кабельное хозяйство, а так же сети радиосвязи с подвижными объектами аэропорта, по схемам службы ЭРТОС с соблюдением требований электромагнитной совместимости [8].

В настоящее время в ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург созданы следующие системы радиосвязи.

Радиосеть производственно-диспетчерской службы представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 136 - 174 МГц и предназначена для оперативного руководства и координации

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 служб аэропорта при обслуживании ВС. Радиосеть состоит из 1 - й стационарной и 3 - х носимых радиостанций.

Радиосеть с использованием оборудования диапазона 136 - 174 МГц имеет незначительную дальность и поэтому требует установки базовых антенн на большую высоту. В условиях плотной застройки (коридоры, помещения) качество связи существенно снижается.

Радиосеть авиационно-технической базы представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 136 - 174 МГц и 433,075 МГц и предназначена для организации и выполнения качественного обслуживания ВС оборудованными для этой цели спецмашинами и механизмами, обеспечения подготовки аэродрома к полетам средствами аэродромной механизации.

Радиосеть состоит из 10 - ти возимых и 5 - ти носимых радиостанций.

Радиосеть службы организации перевозок представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 433,075 МГц и предназначена для:

- организации обеспечения обслуживания пассажиров в аэропорту;

- организации обслуживания грузовой клиентуры в аэропорту;

- обеспечения безопасности полетов, охраны жизни и здоровья пассажиров и экипажа, максимальное использование коммерческой грузоподъемности воздушных судов;

- содействия в осуществлении и сокращении времени проведения таможенного, иммиграционного пограничного, санитарно-карантинного и других видов контроля при обслуживании пассажиров и воздушных судов международных рейсов.

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

Радиосеть состоит из 22 - х носимых радиостанций.

В условиях плотной застройки (коридоры, помещения) качество связи существенно снижается.

Радиосеть службы электросветотехнического обеспечения полётов представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 136 – 174 МГц и предназначена для:

- централизованного снабжения электроэнергией аэропорта и его объектов;

- выполнения комплекса мероприятий по светотехническому обеспечению взлета, захода на посадку, посадку и руление воздушных судов;

- снабжения электроэнергией радиотехнического оборудования (средств) и светосигнального оборудования для обеспечения полетов, электросилового и осветительного оборудования производственных и пассажирских объектов аэропорта;

- обеспечения бесперебойного функционирования эксплуатируемого (обслуживаемого) службой электросветотехнического обеспечения полётов (ЭСТОП) оборудования в течение всего времени суточной работы аэропорта силами и средствами оперативной группы службы. Радиосеть состоит из 3 - х стационарных и 18 - ти носимых радиостанций.

Радиосеть службы безопасности полетов представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 433,075 МГц и предназначена для осуществления контроля за организацией обеспечения безопасности полетов службами и структурными подразделениями предприятия, выполняющими обслуживание ВС по видам аэропортовой 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|

Радиосеть состоит из 5 - ти носимых радиостанций.

Радиосеть аэродромной службы представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 136 - 174 МГц предназначена для:

- эксплуатационного содержания и текущего ремонта аэродромных покрытий, водоотводных и дренажных систем, грунтовой части летного поля, внутриаэропортовых дорог и привокзальной площади;

- обеспечения работ по ликвидации последствий авиационных происшествий имеющимися в наличии средствами и техникой в составе аварийно-спасательной команды аэропорта;

- орнитологического обеспечения.

Радиосеть состоит из 1-й стационарной и 10-ти носимых радиостанций.

Радиосеть службы горюче-смазочных материалов представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 27 МГц и предназначена для обеспечения аэропорта кондиционными ГСМ и спецжидкостями, необходимыми для выполнения производственных заданий, и своевременной заправки ими ВС и других потребителей.

Радиосеть состоит из 1- й стационарной, 5 - ти мобильных и 6 - ти носимых радиостанций.

Радиосеть службы авиационной безопасности представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 433,075 МГц и предназначена для:

- предотвращения и пресечения совместно с ФСБ и полицией попыток захвата и угона воздушных судов и других актов незаконного вмешательства в деятельность аэропорта;

- осуществления в установленном порядке досмотра членов

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

экипажей, обслуживающего персонала, авиапассажиров, ручной клади и багажа, почты, грузов и бортовых запасов (бортпитания) в целях предотвращения доставки на борт ВС оружия, боеприпасов, взрывных устройств, отравляющих, легковоспламеняющихся и других веществ, которые могут быть использованы для совершения акта незаконного вмешательства;

- осуществления пропускного режима и контроля за выполнением внутриобъектового режима на территории аэропорта;

- обеспечения охраны аэропорта, воздушных судов, важных объектов, включая радио- и светотехническое обеспечение, склад ГСМ, коммерческий склад. Радиосеть состоит из 3 - х мобильных и 9 - ти носимых радиостанций.

Радиосеть службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов представляет собой сеть подвижной радиосвязи диапазона 136 - 174 МГц и предназначена для:

- проведения поисково-спасательного обеспечения полетов в районе ответственности и оказание помощи поисково-спасательным силам других министерств и ведомств России своего района ответственности;

- участия в аварийно-спасательных работах одновременно с пожарно-спасательными расчетами аварийно-спасательных команд на территории аэропорта.

Радиосеть состоит из 2 - х мобильных и 10 - ти носимых радиостанций.

Для организации внутриаэропортовой оперативной связи на ООО Авиапредприятие «Газпром авиа» п. Ямбург используется оборудование оперативной связи "Орех", которое планируется

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

полностью заменить на цифровую систему коммутации речевой связи (СКРС) "Мегафон".

Изделия, входящие в аппаратуру "Орех", предназначены для использования в учрежденческих стационарных системах оперативной громкоговорящей связи без центрального коммутатора с использованием в качестве линий связи физических цепей и каналов, а так же в системах оперативной телефонной связи без центрального коммутатора или с центральным коммутатором на правах абонентских приборов систем АГС с использованием в качестве линий связи физических цепей.

В состав аппаратуры "Орех" входят:

– прибор, обеспечивающий связь по 32 линиям громкоговорящей связи и 16 линиям телефонной связи;

– прибор, обеспечивающий связь по 24 линиям громкоговорящей связи и 6 линиям телефонной связи;

– прибор, обеспечивающий связь по 6 линиям громкоговорящей связи;

– прибор, обеспечивающий связь по одной линии громкоговорящей связи;

– прибор обеспечивающий возможность подключения группы приборов одной линии телефонной связи;

– кроссировачное устройство;

– одиночное запасное имущество;

– групповое запасное имущество;

– ремонтное запасное имущество.

Устойчивая громкоговорящая связь дуплексная и симплексная с воспроизведением сигналов громкоговорителя осуществляется:

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 двухпроводным кабельным линиям, с жилами 0,5 мм, при сопротивлении шлейфа до 1600 Ом;

– по двухпроводным или четырехпроводным каналам с дополнительным затуханием, вносимым соединительными линиями, не более одного дБ.

Аппаратура "Орех" позволяет реализовать следующие эксплуатационные возможности:

– громкоговорящую симплексную и дуплексную связь с абонентами, оснащёнными приборами громкоговорящей связи изделий "Орех", и "АГС", по двухпроводным физическим цепям и общему проводу, по двухпроводным физическим цепям, а так же по каналам тональной частоты с двух или четырехпроводным окончанием;

– телефонную связь с абонентами оснащёнными телефонными аппаратами;

– оперативное включение одного или группы до десяти, произвольно выбранных абонентов;

– оперативное подключение к каждому рабочему месту телефонной связи до трёх произвольно выбранных абонентов;

– работу в режиме “совещание”, путём оперативного включения до 5 абонентов;

– дуплексную связь с абонентами с любой из двух или с обеих микротелефонных трубок одновременно;

дуплексную связь с абонентами в громкоговорящем режиме с использованием выносного динамического микрофона и встроенного или выносного громкоговорителя.

СКРС "Мегафон" предназначена для обеспечения речевого взаимодействия между диспетчерами, пилотами-операторами,

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

инструкторами и инженерно-техническим персоналом (рисунок 2.1).

СКРС "Мегафон" является первой российской полностью цифровой системой речевой связи. Она предназначена для организации наземной громкоговорящей и телефонной связи, управления радиосвязью с воздушными и наземными объектами. Система коммуникации построена на базе унифицированных микроконтроллеров, объединенных в IP-сеть. Таким образом реализуется принцип "один процессор на одну линию". Всего в системе может быть до 1536 контроллеров, каждый из которых соответствует рабочему месту или внешнему интерфейсу.

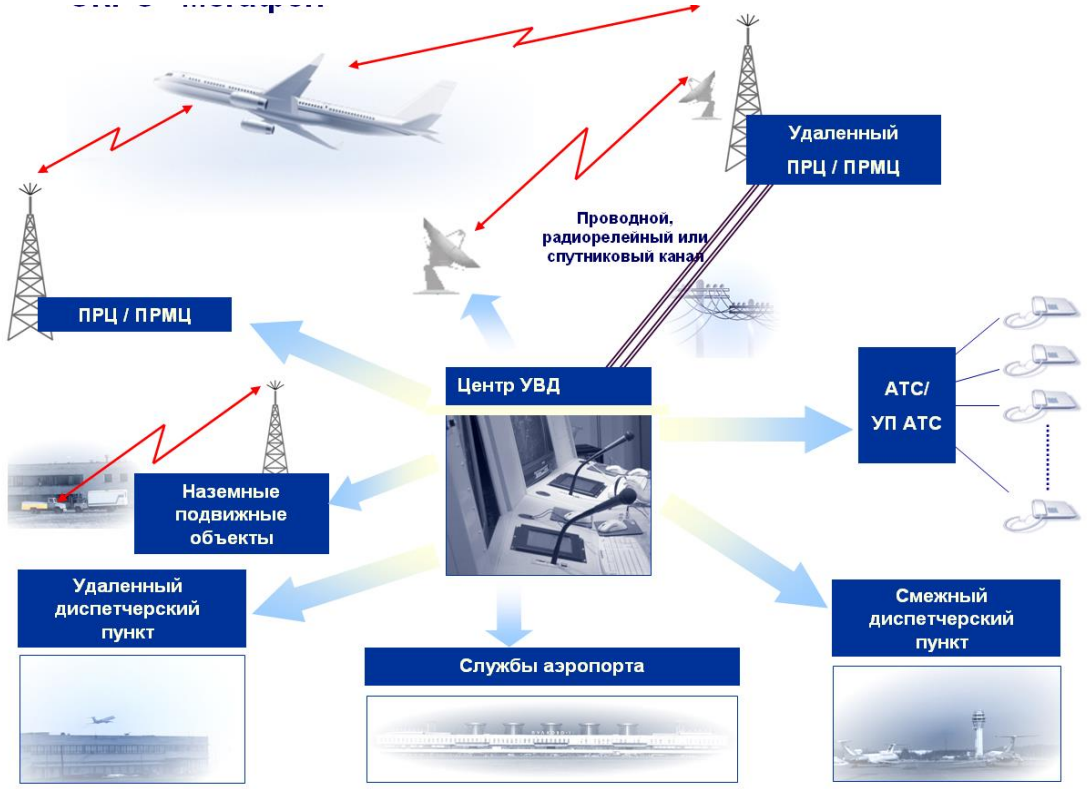


Рисунок 1. Сферы применения СКРС "Мегафон"

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

СКРС "Мегафон" обеспечивает следующие виды связи:

– имитацию двухсторонней радиосвязи между диспетчерами и пилотами-операторами;

– прослушивание радиообмена смежных диспетчерских пунктов на рабочих местах диспетчеров;

– внутреннюю телефонную (громкоговорящую) связь между абонентами СКРС;

СКРС "Мегафон" обеспечивает речевое взаимодействие в следующих режимах работы:

– режим имитации радиосвязи;

– режим оперативной телефонной связи;

– режим неоперативной телефонной связи.

В режиме телефонной связи система обеспечивает:

– оперативную связь диспетчеров центра УВД между собой;

– возможность вхождения в связь методом оперативного, прямого и косвенного доступа;

– визуальную и звуковую индикацию вызова абонента;

– возможность передачи циркулярных сообщений;

– возможность использования дополнительных режимов управления связью: постоянная и одиночная переадресация, удержание, и прочие.

СКРС "Мегафон" включает следующие компоненты:

– оборудование рабочих мест (ОРМ) - комплекс технических средств (процессорных модулей, панелей, громкоговорителей 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|

т.д.), размещаемых в пультах диспетчеров, расположенных в операционных залах УВД (рисунок 2.2) [9];

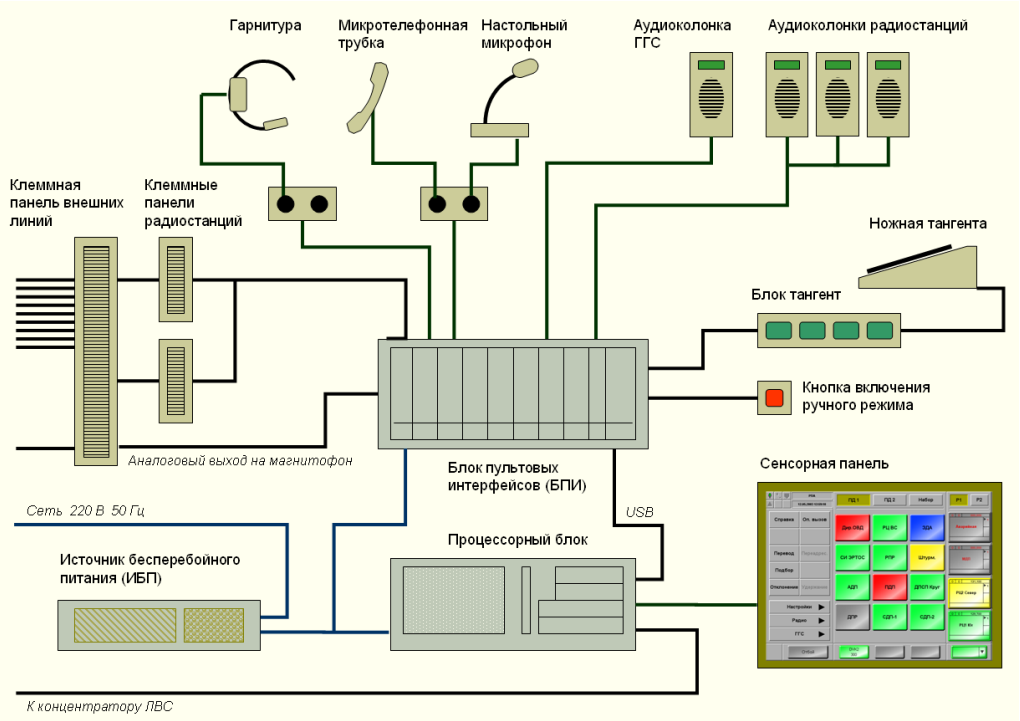


Рисунок 2. Структурная схема аппаратуры ОРМ

– оборудование среды передачи данных (ОСПД) - комплекс технических средств (концентраторов, модемов и т.д.) и внутрисистемных линий связи (ВСЛС), предназначенных для объединения процессорных модулей в дублированную локальную вычислительную сеть;

– интерфейсное оборудование (ИО) - комплекс технических средств (процессорных модулей, плат сопряжения, преобразователей интерфейсов и т.д.), предназна-

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

ченных для организации взаимодействия с внешними сетями связи и физически размещаемых в центральных штативах, расположенных в техническом помещении;

– система технического контроля и управления (СТКУ) - комплекс технических средств (процессорных модулей, терминалов и т.д.), физически размещаемых в центральных штативах и на рабочих местах [9].

Структурная схема СКРС "Мегафон" приведена на рисунке 2.3.

2.11 Оценка возможности модернизации внутриаэропортовой связи

Проведённый анализ существующих сетей радиосвязи в ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург выявил ряд существенных недостатков такой организации производственной связи, а именно:

- отсутствие связи между отдельными службами;
- недостаточное количество радиоканалов;
- отсутствие диагностики состояния оборудования системы связи;
- отсутствие возможности централизованного управления сетью;
- разнообразие аппаратуры, применяемой в разных системах.

Часть оборудования существующих систем морально устарела, в связи с этим возникают значительные трудности по его ремонту и обслуживанию. Внедренная аппаратура СКРС "Мегафон" использует только 20% своего 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|

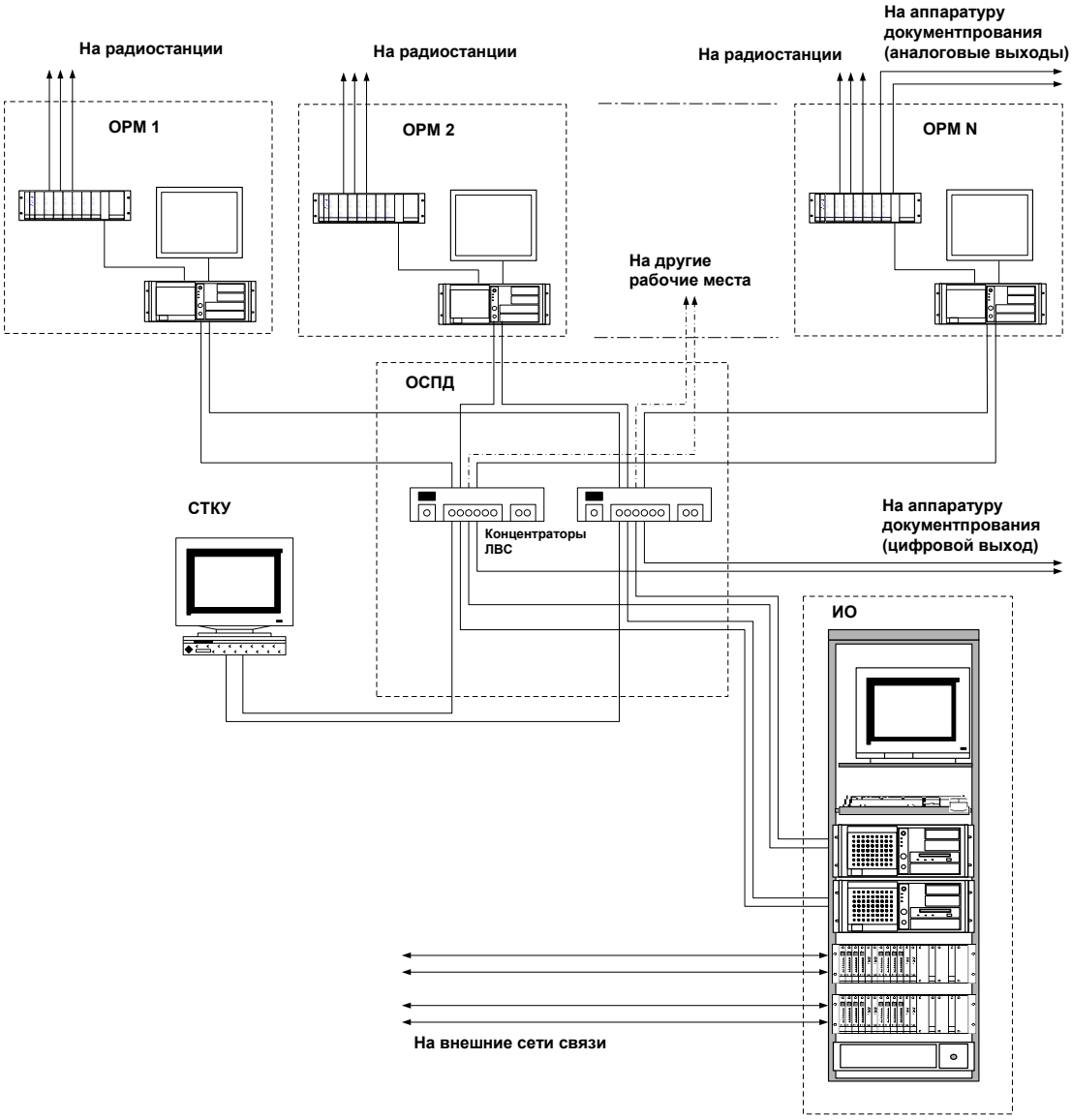


Рисунок 3. Структурная схема СКРС “Мегафон”

На основании вышеизложенного появилась необходимость реконструкции сети связи ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург, которая в настоящий момент не отвечает возросшим требованиям эксплуатационной безопасности аэропорта.

Существующая сеть связи ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург представлена на рисунке 2.4.

Модернизированная система радиосвязи должна

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

предназначаться для организации двухсторонней радиотелефонной связи персонала на территории аэропорта, а также резервной внутриобъектной радиосвязи служб аэропорта и руководящего персонала в чрезвычайных ситуациях, при нарушениях в работе проводных каналов, недостатке наземных каналов, а также при отсутствии других средств связи в местах производства работ. При этом должна быть обеспечена организация внутриаэропортовой связи с полной заменой устаревшей аппаратуры "Орех" на СКРС "Мегафон", кроме того, следует внедрить аппаратуру "Арман" для организации диспетчерской и технологической связи.

Замена технических средств радиосвязи позволит ликвидировать отступления от требований организации технического обслуживания, эксплуатации и строительства средств диспетчерского и технологического управления на крупных объектах транспорта, в части обеспечения качества резервной двухсторонней поисковой радиосвязью оперативного персонала, аварийных служб и штабов по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Авиационная электросвязь ГА представляет собой совокупность центров, станций связи, оконечных устройств, различных средств электросвязи, соединенных между собой в сети электросвязи [1,2].

Авиационная электросвязь ГА обеспечивает решение следующих задач:

– передачу центрами УВД экипажам ВС указаний, распоряжений и сообщений по обеспечению безопасности и регулярности воздушного движения и получения от них донесений и сообщений на всех этапах полета;

– взаимодействие центров УВД в процессе 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|

воздушным движением, планирования и организации полетов;

– оперативное взаимодействие служб авиапредприятий;

– передачу административно-управленческой и производственной информации;

– передачу данных различных АСУ гражданской авиации.

Авиационная электросвязь ГА должна удовлетворять следующим предъявляемым к ней основным требованиям:

– своевременность установления связи;

– надежность и бесперебойность связи;

– обеспечение требуемой скорости передачи информации;

– обеспечение необходимой скрытности при передаче информации;

– эффективность и экономичность функционирования электросвязи.

Используемые в настоящее время и поступающие в эксплуатацию новые средства электросвязи ГА соответствуют перечисленным требованиям и нормам ИКАО.

Авиационная электросвязь ГА Российской Федерации делится на следующие виды [1]:

- фиксированная (наземная);

- подвижная (воздушная);

- радиовещание.

Для передачи и приема сообщений в гражданской авиации применяются различные системы электросвязи, в том числе системы радиосвязи. Наземной называется радиосвязь, в которой используются радиостанции, расположенные на поверхности Земли. Воздушной называется радиосвязь наземных пунктов управления воздушным

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

движением и средств радиотехнического обеспечения с экипажами воздушных судов, а также экипажей воздушных судов между собой.

Авиационная фиксированная электросвязь организуется для выполнения следующих задач: обеспечения взаимодействия центров управления воздушным движением; взаимодействия служб авиапредприятий ГА в процессе осуществления производственной деятельности; деятельности производственно-диспетчерских служб и административно-управленческого персонала ГА; передачи метеорологической и полетной информации; обеспечения международных полетов воздушных судов ГА; взаимодействия с органами ВВС; передачи данных.

Принципы построения, структура и технические средства авиационной фиксированной связи регламентируются [1] и реализуются в сетях электросвязи, в зависимости от их функционального назначения, следующим образом.

Электросвязь для обеспечения взаимодействия центров (пунктов) УВД организуется по следующей схеме.

Каналы речевой (телефонной) связи реализуются по принципу прямых или коммутируемых соединений с установкой на рабочих местах диспетчеров центров УВД аппаратуры оперативной связи. В качестве каналов речевой связи используются каналы связи тональной частоты, а при необходимости организуются радиорелейные каналы, каналы ВЧ радиосвязи, каналы спутниковой связи, линии передачи данных. Каналы речевой связи организуются в соответствии со схемой организации связи центров единой системы УВД (ЕС УВД) или схемой организации наземной связи и передачи данных в АС УВД. Типовые схемы организации авиационной наземной электросвязи районных

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

центров (РЦ УВД), зональных (ЗЦ УВД) и местных диспетчерских пунктов (МДП УВД) регламентированы [1].

Укрупненная схема организации фиксированной электросвязи РЦ приведена на рисунке 1.1. На рисунке приняты следующие обозначения: ВЧ ФРС - федеральная радиосеть взаимодействия РЦ в диапазоне ВЧ; ВЧ РС ЗЦ - ВЧ радиосеть зонального центра взаимодействия РЦ; АПП ГГС - аппаратура громкоговорящей связи; ТЛГ ССТ - аппарат телеграфный старт-стопный; ТЛФ АПП - аппарат телефонный общего назначения; СВЧ РС РЦ-АП - СВЧ радиосеть взаимодействия РЦ и аэропортов; ВЧ РС МВЛ и МДП - радиосеть взаимодействия местных воздушных авиалиний (МВЛ) и местных диспетчерских пунктов (МДП).

Здесь не отражены системы связи с пунктами управления (ПУ) эпизодически взаимодействующих РЦ и аэропортов и системы связи с пунктами управления Ведомств, а также радиорелейная связь. При необходимости организуются дополнительные каналы связи.

Все виды связи между РЦ и взаимодействующими ПУ организуются по прямым каналам.

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

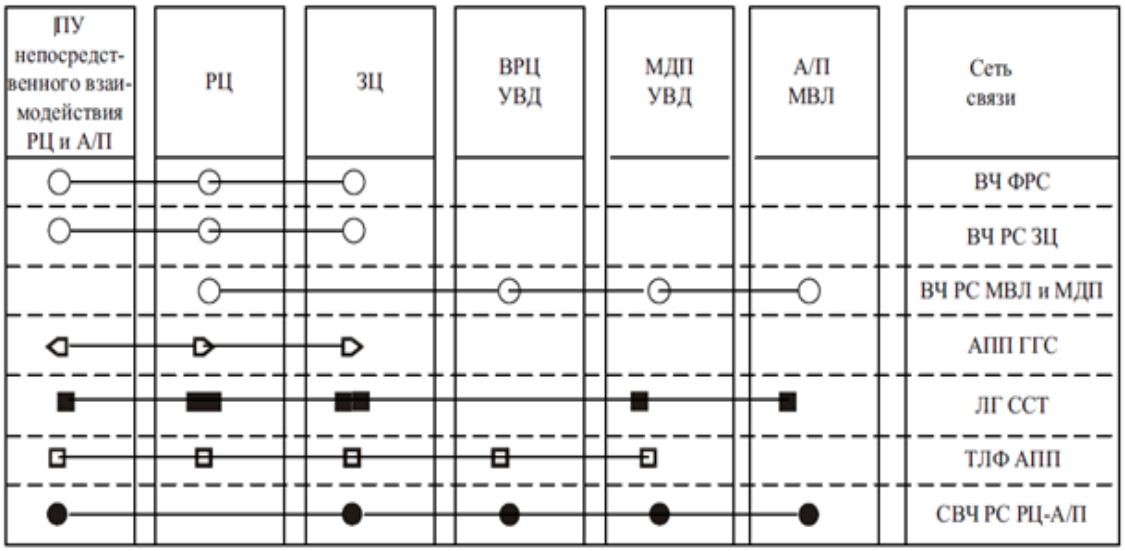


Рисунок 4. Укрупненная схема организации фиксированной электросвязи РЦ

Внутриаэропортовая электросвязь предназначена для обеспечения производственной деятельности органов УВД, всех служб аэропортов и авиакомпаний и их взаимодействия.

Сети внутриаэропортовой электросвязи организуются с использованием сертифицированных средств связи и передачи данных, включая сети радиосвязи с подвижными объектами аэропорта, по схемам службы ЭРТОС с соблюдением требований электромагнитной совместимости.

Внутриаэропортовая связь обеспечивает возможность оперативного руководства деятельностью органов УВД, служб аэропорта и авиакомпаний в процессе планирования, подготовки и обслуживания рейсов ВС, оповещение расчетов аварийно-спасательной команды при авиационных происшествиях и инцидентах, получение необходимой информации предприятиями и пассажирами, использующими воздушный транспорт.

Электросвязь для обеспечения международных полетов ВС

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

предназначена для речевой связи между взаимодействующими центрами УВД РФ и зарубежных стран, передачи информации по планированию полетов и аэронавигационной информации ВС, находящимся в полете, передачи данных, передачи метеоинформации.

Взаимодействие центров УВД РФ и центров УВД зарубежных стран организуется по каналам прямой речевой связи с использованием телефонных каналов АО "Ростелеком" и телефонных каналов соответствующего ведомства связи зарубежной страны. Для обмена информацией используются каналы международных сетей и систем электросвязи СИДИН/АФТН, ТЕЛЕКС, ТЕЛЕФАКС. Аэронавигационная информация и информация по планированию полетов и движению ВС передается по каналам СИДИН/АФТН.

Сети передачи данных ГА используются для передачи дискретной информации в автоматизированных системах управления (АСУ): АС УВД, АСУ производственно-хозяйственной деятельностью, АСУ планирования воздушного движения, АСУ продажи билетов и бронирования мест и других функциональных АСУ. Для передачи данных используются сеть авиационной наземной связи передачи данных и телеграфной связи ГА (АНС ПД и ТС ГА).

Сеть авиационной фиксированной телеграфной связи обеспечивает передачу телеграфной информации между авиапредприятиями. Сеть ТС ГА построена в соответствии с требованиями и правилами работы международной сети авиационной фиксированной электросвязи – АФТН и СИДИН [1, 2]. Сеть авиационной фиксированной электросвязи ГА организуется по радиально-узловой схеме [3] и включает [1]:

– центры коммутации сообщений федерального уровня (ЦКС-

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

Ф);

– центры коммутации сообщений регионального уровня (ЦКС-Р);

– оконечные центры коммутации сообщений (ЦКС-О);

– оконечные станции (ОС).

Взаимодействие между ЦКС осуществляется по каналам передачи данных и телеграфным каналам, количество которых зависит от потоков информации и пропускной способности каналов.

Количество и тип каналов связи между центрами коммутации зависит от потоков информации, пропускной способности каналов и необходимости обеспечения надежной работы сети авиационной электросвязи.

При отсутствии возможности организации проводных каналов телеграфной связи для передачи телеграфных сообщений должны организовываться каналы спутниковой и радиосвязи.

Сети (каналы) авиационной фиксированной радиосвязи организуются для обеспечения взаимодействия центров (пунктов) УВД при отсутствии возможности организации наземных сетей (каналов) электросвязи. Технологическая электросвязь предприятий ГА с подвижными объектами (внутриаэропортовая радиосвязь) организуется с помощью стационарных, мобильных и носимых радиостанций ОВЧ и УВЧ-диапазонов малой мощности (до 5 Вт) для обеспечения оперативной связью работников УВД аэропорта, авиакомпаний, занятых обслуживанием пассажиров на перроне и подготовкой воздушных судов, управлением движением спецавтотранспорта, средств передвижной перронной механизации и т. п.

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

Внутриаэропортовая радиосвязь должна организовываться в соответствии с технологией работы служб. Для каждой службы аэропорта авиакомпании и предприятия по ИВП и УВД должна быть организована отдельная радиосеть (радионаправление) с соответствующими позывными. В случае необходимости допускается объединение нескольких сетей в одну с раздельными позывными. В каждом аэропорту должна быть разработана общая схема внутриаэропортовой радиосвязи с отображением на ней всех радиосетей (радионаправлений), указанием типов радиостанций, их частот и установленных позывных.

Внутриаэропортовая электросвязь предназначена для обеспечения производственной деятельности органов УВД, всех служб аэропортов и авиакомпаний и их взаимодействия между собой.

Сети внутриаэропортовой электросвязи должны организовываться с использованием любых сертифицированных средств электросвязии передачи данных, включая сети радиосвязи с подвижными объектами аэропорта, по схемам, разрабатываемым службой эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС), ответственной за выполнение требований электромагнитной совместимости (ЭМС) на территории аэродрома. Организационная структура ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург приведена в приложении А.

Внутриаэропортовая связь обеспечивает возможность оперативного руководства деятельностью органов УВД, служб аэропорта и авиакомпаний в процессе планирования, подготовки и обслуживания рейсов ВС, оповещение расчетов аварийно-спасательной команды при авиационных происшествиях и инцидентах,

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

получение необходимой информации предприятиями и пассажирами, использующими воздушный транспорт. Именно поэтому, в аэропортах особое внимание уделяется внутриаэропортовой оперативной связи.

По видам связи внутриаэропортовая электросвязь аэропортов подразделяется на телефонную, громкоговорящую, телеграфную, радиосвязь, радиооповещение, радиофикацию, визуальную информацию, сигнализацию (охранную, пожарную и электрочасофикацию).

Сеть телефонной связи должна предусматриваться для ведения служебных переговоров внутри и между службами аэропорта, и также с абонентами городской автоматической телефонной станции (ГАТС).

Телефонизации в аэропорту подлежат:

– производственные и административно-хозяйственные сооружения;

– культурно-бытовые сооружения;

– складские и санитарно-технические сооружения;

– все посты вневедомственной охраны;

– объекты радио- и светообеспечения полетов;

– объекты электроснабжения, обеспечивающие работу аэропорта.

Сеть оперативной громкоговорящей связи (ГГС) аэропорта, организуется для обеспечения оперативного обмена информацией внутри служб и между службами аэропорта, совместно участвующих в определенных производственных процессах.

Средствами оперативной ГГС должны оснащаться здания командно-диспетчерского пункта (КДП), объекты УВД, аэровокзалы, грузовые склады, авиационно-техническая база (АТБ), склады горюче-

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

смазочных материалов (ГСМ) и аварийно-спасательной станции, службы спецтранспорта и базы аэродромной службы.

Сети внутриаэропортовой радиосвязи должны включать стационарные, мобильные и носимые радиостанции малой мощности диапазона дециметровых волн (ДМВ).

В аэропортах необходимо предусматривать организацию следующих сетей внутриаэропортовой радиосвязи:

- диспетчера КДП с водителями аэродромных машин и бригадой рабочих, выполняющих работы на взлётно-посадочной полосе (ВПП) и рулёжных дорожках (РД);

- диспетчера службы организации перевозок (СОП) с дежурными по встрече и посадке водителями грузовых машин;

- диспетчера АТБ с техниками-бригадирами на местах стоянок;

- дежурного вневедомственной охраны (ВОХР) с постовыми и оперативной автомашиной;

- дежурного пожарного депо с пожарными автомобилями;

- таможенной службы;

- полиции.

Используемые радиостанции должны обеспечивать беспоисковую и бесподстроечную связь в радиусе не менее 2…3 км [3].

Сети тревожно-вызывной, охранной и пожарной сигнализации должны предусматриваться для передачи сигналов тревоги и вызова от постов охраны, датчиков и извещателей на пульты централизованного наблюдения, станций, устанавливаемые в помещениях охраны.

Для соединения между собой средств внутриаэропортовой связи, а также объектов УВД, радионавигации и посадки с аппаратурой дистанционного управления необходимо предусматривать

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

комплексную кабельную сеть аэропорта, которая, как правило, должна проектироваться на служебно-технической территории, местах стоянок воздушных судов (ВС), перроне, через рулежные дорожки и ВПП с прокладкой кабелей в кабельной канализации, а за пределами этой территории - непосредственно в грунте.

В аэропортах следует предусматривать установку аппаратуры контрольной звукозаписи, предназначенной для фиксации с регистрацией фактического времени всех переговоров диспетчеров службы движения по телефонным каналам авиационной воздушной и наземной связи, передачи по радиоканалам метеовещания, а также передачи по громкоговорящей связи информации работниками метеостанции, диспетчерам службы движения [4].

Управление воздушным движением включает целый комплекс мероприятий по разработке планов полетов ВС и их реализации с использованием современных радиотехнических средств обеспечения полетов, применяемых в автоматизированных системах УВД. Средства воздушной и наземной связи являются составными частями автоматизированных систем УВД [5].

Основными функциями средств связи являются:

- обеспечение постоянно действующей радиосвязью "диспетчер-борт" экипажей всех ВС в зоне управления; трансляция с радиолокационных позиций (РЛП) в центр УВД радиолокационной и пеленгационной информации по стандартным каналам тональной частоты (ТЧ);

- громкоговорящая связь между диспетчерами и техническим персоналом РЛП и служб аэропорта

- служебная телефонная связь внутри РЛП и между РЛП 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|

центром УВД.

Для объективного контроля и расследования летных происшествий во всех аэропортах ГА и в автоматизированных системах управления воздушным движением ведется регистрация речевых переговоров в воздушной и наземной связи.

Под автоматизированной системой управления воздушным движением понимают совокупность технических объектов, объединенных в единое целое и целенаправленно используемых для безопасного, экономичного и регулярного управления потоками ВС. Автоматизированные системы управления воздушным движением обеспечивают управление движением воздушных судов в любое время суток в разных метеоусловиях при высокой интенсивности полетов, когда в ограниченном пространстве одновременно находится большое число ВС с различными летно-техническими характеристиками, непрерывно изменяющими свое положение по различным траекториям.

Существующие системы УВД используют радиолокационные комплексы, аппаратуру обработки и отображения информации, распределяемую по пультам диспетчерских пунктов, ЭВМ и системы связи и передачи цифровых данных. Для любых систем УВД типичным является обработка больших потоков информации с передачей ее в аналоговом или цифровом виде по сетям связи на значительные расстояния. В настоящее время в системах УВД применяется метод так называемого процедурного управления воздушным движением, при этом приоритет отдан человеку – диспетчеру.

Поэтому, несмотря на автоматический прием и передачу сопровождаемых ВС из зоны ответственности одного диспетчера в зону ответственности другого, такие системы называют

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

автоматизированными.

Структурное построение АС УВД зависит от их назначения. С учетом принципов организации воздушного пространства, которое делится на зоны и секторы [3, 4, 5], они подразделяются на аэродромные и трассовые (районные). Трассовая АС УВД охватывает воздушное пространство нескольких территориальных районных центров управления (РЦ УВД) и занимает площадь 400...500 тыс. км^2 [6]. В такой воздушной зоне одновременно осуществляется управление сотнями ВС на значительных удалениях от центра управления. Для повышения безопасности полетов и обеспечения нормальной работы диспетчеров воздушное пространство разделено на секторы, которые являются наименьшими структурными элементами системы управления воздушным движением [7]. В секторах оборудованы разнесенные радиолокационные позиции (РЛП), которые создают радиолокационные поля, перекрывающие воздушное пространство на всю глубину полетов и задействованы системы радиосвязи "земля-борт" с большим радиусом действия.

Схема построения трассовых (районных) АС УВД [7] приведена на рисунке 1.2. Здесь показаны несколько РЛП (обозначены треугольниками с соответствующими номерами) с их зонами действия (окружности), воздушные трассы (сплошные линии), кабельные линии связи (штрихпунктир) и граница зоны УВД (пунктир).

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

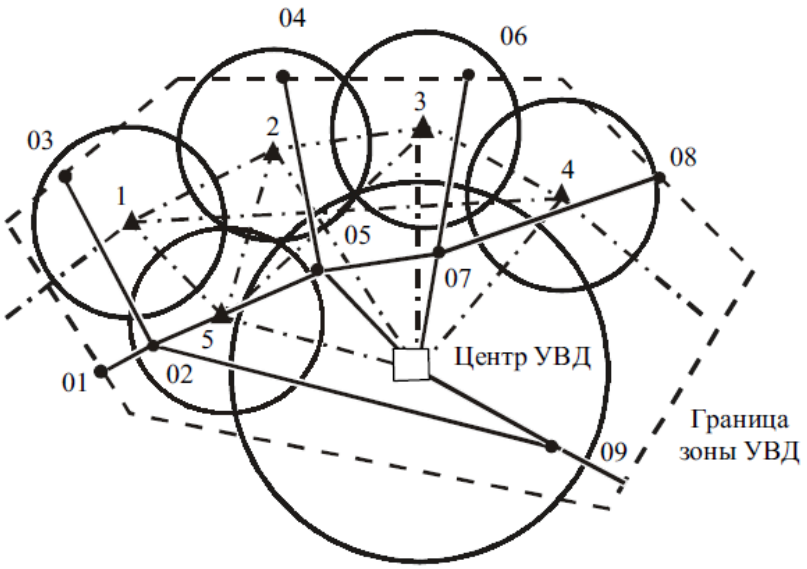


Рисунок 5. Схема построения трассовых (районных) АС УВД

Каждая РЛП состоит из нескольких объектов (площадок), на которых размещается радиотехническое оборудование (РТО) и системы энергоснабжения. На площадках РЛП находится радиотехнический комплекс, в состав которого входят:

– первичный радиолокатор типа "Скала-М";

– вторичный радиолокатор "Корень-АС";

– многоканальный автоматический радиопеленгатор АРП-АС или АРП-75;

– аппаратура первичной обработки информации (АПОИ) – два комплекта;

– аппаратура для передачи данных радиолокаторов и радиопеленгаторов по телефонным каналам связи в центр УВД;

– приемный радиоцентр;

– передающий радиоцентр.

На радиолокационной площадке в отдельном зале расположен

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

узел связи. В нем размещены: АТС, аппаратура уплотнения кабельных линий связи (К-60П или ИКМ-15) и универсальные линейные коммутаторы УЛК-90. В отдельном зале смонтированы радиолокационные станции, аппаратура передачи данных (АПД) и рабочее место для контроля исправности радиолокаторов (РМК). Антенны первичного и вторичного радиолокаторов совмещены, размещены на сборных металлических вышках и закрыты радиопрозрачным куполом.

Разнесенные объекты РЛП соединены между собой многопарным телефонным кабелем типа ТЗСАШп, подключение к кабельной сети осуществляется через входные кабельные стойки (ВКС) объектов РЛП.

Укрупненная структурная схема РЛП показана на рис. 1.3 [7].

Центр УВД координирует и объединяет работу всех РЛП, метеорадиолокаторов, автономных трассовых пеленгаторов, отдельных абонентских пунктов, расположенных на удалении от ЦУВД.

Приемные и передающие центры радиосвязи являются обязательными составными частями РЛП.

Они удалены от радиолокационных станций, разнесены между собой и управляются дистанционно из ЦУВД; радиолокационные позиции соединены с центром УВД и друг с другом кабельными линиями связи с аппаратурой уплотнения. По этим линиям в центр УВД передается непрерывная и дискретная радиолокационная информация, осуществляется дистанционное управление средствами радиосвязи и трансляция радиотелефонных переговоров по линии "диспетчер-борт", осуществляется телефонная и громкоговорящая служебная связь по линии "Центр УВД – РЛП" и "РЛП – РЛП".

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 объективного контроля и расследования летных происшествий осуществляется регистрация речевых переговоров в каналах воздушной и наземной связи в АС УВД и аэропортах [5]. Для документирования речевых переговоров используются многоканальные магнитофоны SHR-216 или П-500.

Наземная сеть связи базируется на использовании магистральных кабельных линий "РЛП – центр УВД" и "РЛП – РЛП" с применением различной каналообразующей аппаратуры.

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

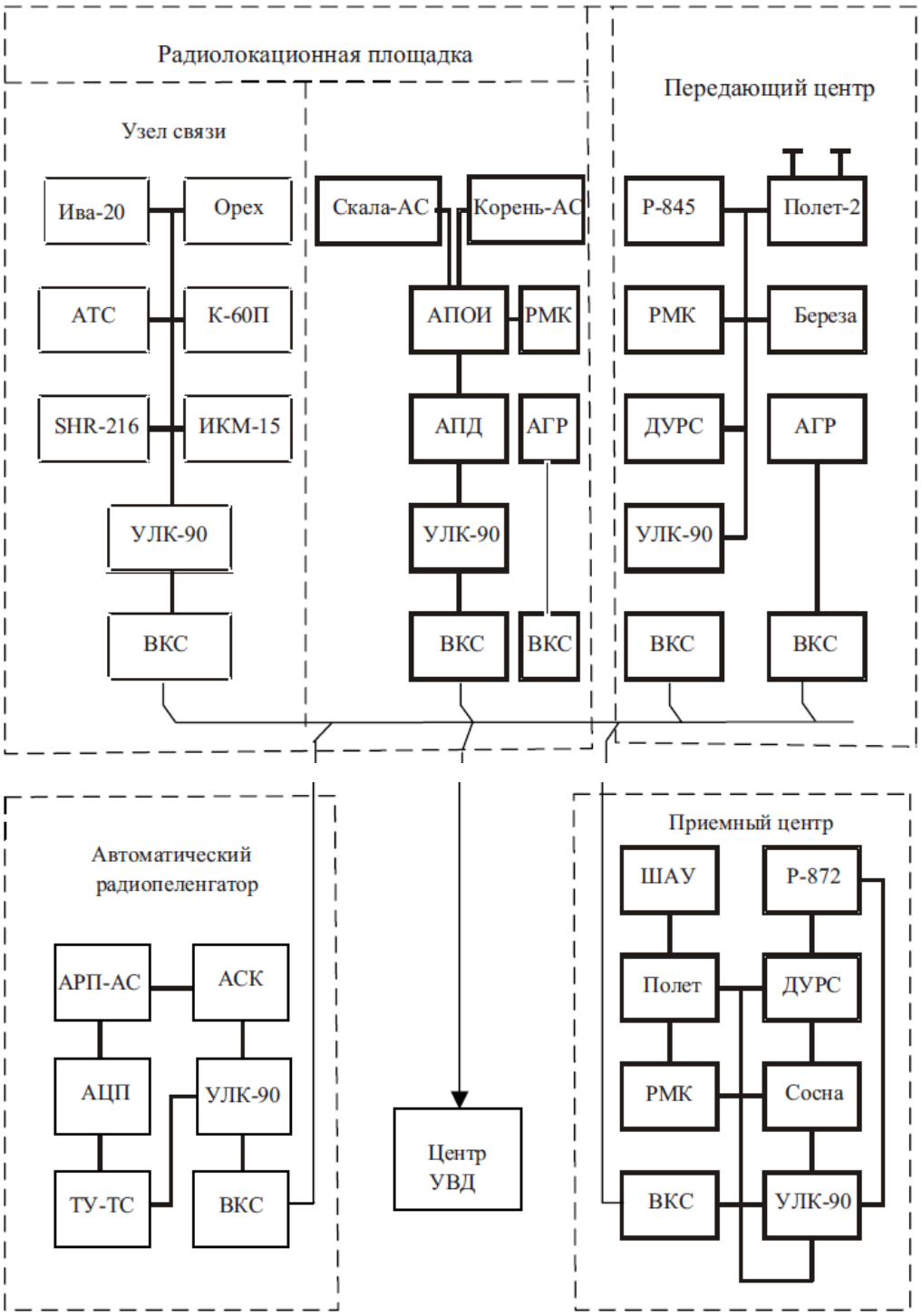


Рисунок 6. Укрупненная структурная схема РЛП

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 ГГС "диспетчер-диспетчер" и "диспетчер-технический состав" осуществляется по прямым абонентским линиям с помощью аппаратуры ГГС типа "Орех" и аппаратуры с избирательным вызовом "Ива-20".

Служебная телефонная связь на каждой РЛП осуществляется с помощью малоемкостной квазиэлектронной АТС типа П-439 или "Квант".

Для телефонной связи с соседними РЛП и ЦУВД применяют аппаратуру уплотнения кабельных линий типа К-60П или цифровые системы типа ИКМ-15.

Выходные сигналы АРП-АС преобразуются в цифровую форму в устройстве аналого-цифрового преобразования (АЦП) и через аппаратуру уплотнения по каналам тональной связи (ТУ-ТС) передаются в АПОИ.

Агрегатные (АГР) вынесены в отдельное помещение. Обязательным условием является подвод электропитания от двух независимых трансформаторных подстанций.

Основой системы воздушной связи являются бортовые и наземные радиостанции (РС), которые обеспечивают беспоисковой и бесподстроечной постоянно действующей радиотелефонной связью "диспетчер-борт" все ВС в зоне управления и прием/передачу цифровых данных.

Наземные РС размещены на передающих автоматизированных центрах и дистанционно управляются из ЦУВД. Передающий центр отнесен от РЛП на 1,5–2 км [7]. На нем устанавливаются несколько радиостанций метрового (МВ) диапазона волн, одна–две универсальные РС, например, Р-845 и несколько передатчиков ДКМВ

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

типа "Береза". Все радиостанции управляются из ЦУВД с помощью системы дистанционного управления (ДУРС) типа ТУКВ-2. Приемный центр отнесен как от передающего центра, так и от радиолокаторов. На нем устанавливаются несколько радиоприемников МВ-диапазона "Полет", несколько универсальных радиоприемников ДКМВ типа "Сосна" или типа Р-872. Радиоприемники подключены к одной антенне через широкополосные антенные усилители (ШАУ), приемники ДКМВ работают с отдельными антеннами.

Информационные сигналы поступают в центр УВД через универсальные линейные коммутаторы (УЛК) и соответствующие ВКС.

Связь является основой процедурного УВД, при котором информация о динамической воздушной обстановке формируется по докладам экипажей с помощью каналов воздушной связи [4, 5].

Качество связи и охват ею всех элементов системы воздушного транспорта оказывают непосредственное влияние на эффективность транспортных процессов, безопасность и регулярность полетов.

На рабочих местах дежурных и операторов предусмотреть настольные диспетчерские пульты на базе моноблоков ПК или диспетчерские пульты на базе IP телефонов.

Для возможности реализации более оперативного оповещения персонала об аварийных ситуациях, в частности о пожаре, необходимо предусмотреть интеграцию подсистемы озвучивания с системой автоматической пожарной сигнализации. Запуск подсистемы озвучивания при оповещении о пожаре должен выполняться в автоматическом режиме. Кроме того, предусмотреть возможность речевого оповещения и управления эвакуацией и действиями персонала в ручном режиме управления с использованием соответствующих

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

пультов как на территории, так и в зданиях и сооружениях.

Подсистема озвучивания должна обеспечивать передачу сигнала речевого оповещения циркулярно по всем зонам и/или телефонным номерам.

Подсистема информирования должна организовываться установкой сервера информирования в ГП-1 и терминалов по всем зданиям. Управление содержаниями информирования должно выполняться с пультов подсистемы информирования.

Замена технических средств радиосвязи позволит ликвидировать отступления от требований организации технического обслуживания, эксплуатации и строительства средств диспетчерского и технологического управления на крупных объектах транспорта, в части обеспечения качества резервной двухсторонней поисковой радиосвязью оперативного персонала, аварийных служб и штабов по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Особенностью модернизации сети внутриаэропортовой связи ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург является необходимость организации многоуровневой сети связи, гарантирующей высокую надежность, оперативность и разборчивость в условиях больших потоков передаваемой информации, при ограниченности времени на доведение принятых диспетчерскими службами технологических решений.

В настоящее время аэропорт оборудованы устаревшей аналоговой системой связи "Орех". Кроме состыковки с данной аппаратурой, необходимо решить задачу сопряжения с оборудованием СКРС "Мегафон", которая так же используется на ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург. Решение такой проблемы

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

позволит решать проблему организации оперативно – технологической связи поэтапно.

На первом этапе следует организовать сеть связи для обеспечения воздушного движения с помощью СКРС "Мегафон", т.е. заменить устаревшее оборудование аппаратуры "Орех" полностью. Кроме того, организовать максимально возможное использование аппаратуры СКРС "Мегафон".

На втором этапе следует организовать систему диспетчерской связи и оповещения ООО Авиапредприятие "Газпром авиа" п. Ямбург.

Организация сети связи при обеспечении воздушного движения с помощью аппаратуры "Орех" представлена в приложении Б.

Недостатки организации оперативной сети связи при помощи аппаратуры "Орех":

– установление связи между абонентами только с помощью проводных линий передач;

– максимальное количество абонентов одновременно оповещаемых до 10, в связи с этим для оповещения всего персонала требуется время;

– большие затраты кабельных линий для организации связи;

– малая гибкость сети связи (при необходимости увеличения числа абонентов необходима замена аппаратуры на прибор с большим числом абонентов);

– нет возможности установления связи с удалёнными центрами УВД;

– не имеет оперативной проверки работоспособности линий связи;

– не имеет централизованного 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|

– мониторинг абонентов по уровню входного и выходного сигнала не возможен;

– из-за большого количества переходных слотов, в процессе эксплуатации происходит окисление контактов, что вызывает в свою очередь отсутствие соединения и отказ оборудования;

– аппаратура морально устарела и не имеет возможности работать с цифровыми потоками данных.

Выходом из сложившейся ситуации является внедрение новой системы оперативной связи.

Внедряя СКРС "Мегафон" вместо аппаратуры "Орех" предприятие гражданской авиации получает улучшение качества связи и технических характеристик оборудования, а так же приобретает следующие дополнительные возможности:

– имитацию двухсторонней радиосвязи между диспетчерами и пилотами-операторами;

– прослушивание радиообмена смежных диспетчерских пунктов на рабочих местах диспетчеров

– возможность разграничения прав доступа пользователей системы;

– возможность изменения конфигурации системы и информации, отображаемой на сенсорном мониторе;

– регистрацию основных действий пользователей.

– контроль текущего состояния аппаратуры и режимов работы;

– возможность немедленного перехода на резервный комплект при возникновении отказа или неисправности;

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

– автоматическое обнаружение неисправностей и отказов системы.

– управление связью с помощью сенсорного монитора;

– ведение переговоров в микротелефонном (гарнитура) и громкоговорящем (микрофон и динамический громкоговоритель) режимах;

– возможность выбора на прослушивание одновременно нескольких каналов с раздельной регулировкой громкости;

– визуальную индикацию режимов работы и текущих соединений на сенсорном мониторе.

– возможность вхождения в связь методом оперативного, прямого и косвенного доступа;

– визуальную и звуковую индикацию вызова абонента;

– возможность передачи циркулярных сообщений;

– возможность использования дополнительных режимов управления связью: постоянная и одиночная переадресация, удержание.

В сравнении с аппаратурой "Орех" СКРС "Мегафон" имеет следующие преимущества.

а) Централизованное управление внутриаэропортовой электросвязью, что значительно упрощает мониторинг состояния аппаратуры, ОРМ и линий связи, а так же минимизирует затраты на кабельные линии.

б) ОРМ "Мегафон" предусматривает управление радиостанциями, что позволяет диспетчеру в любой момент времени напрямую связаться с воздушным судном, или с любым наземным объектом.

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) Обеспечивает оперативную связь диспетчера с удалёнными центрами УВД, по магистральным каналам связи или с помощью радиорелейных станций.

г) Есть возможность подключения к АТС, это позволяет абонентам сети в случае пропадания основного канала связи установить соединение между собой.

д) Есть возможность подключения аппаратуры документирования всех переговоров диспетчеров, и в случае конфликтной ситуации воспроизвести необходимый отрывок контекста.

е) Система "Мегафон" модульного типа и позволяет легко увеличивать количество абонентов путём добавления модулей.

Сравнительная характеристика технических средств "Орех" и "Мегафон" представлена в таблице 1

Таблица 1

Сравнительная таблица технических характеристик "Орех" и "Мегафон"

Параметр сравнения	"Орех"	"Мегафон"
Макс. количество абонентов сети одного прибора	ГГС – 32 ТЛФ – 16	ГГС, ТЛФ – 1024 Радиостанции - 255
Время установления соединения с момента нажатия клавиши	0,5 с	0,1 с
Используемые каналы связи	Физические линии	Физические линии, радиоканалы, спутниковые каналы

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, использование СКРС "Мегафон", вместо аппаратуры "Орех", значительно улучшает качество связи и расширяет возможности оперативной связи авиапредприятия. При этом аппаратура ОРМ уменьшает нагрузки на диспетчера, а так же время принятия решения в той или иной ситуации, что позволяет быстро и оперативно организовать работу спецтранспорта и других служб авиапредприятия, не только в штатном режиме работы, но и в случаях чрезвычайных ситуаций.

Библиографический список

1. Руководство по авиационной электросвязи (РС ГА-99). М.[]: Изд-во ФСВТ России, 1999 - 88 с.

2. Авиационная радиосвязь. Международные стандарты и рекомендации. Прил. 10 к конвенции о международной гражданской авиации [Текст]. Т. 1. Ч. 1. (Изд. 3-е) - ИКАО, 2002 - 305 с.

3. Авиационная радиосвязь [Текст]: Справочник / П. В. Олянюк, В. А. Русол, В. Н. Гришин и др.; Под ред. П. В. Олянюк - М.: Транспорт, 2000 - 208 с.

4. Качан, В. К. Средства связи пассажирских самолетов [Текст]: Учеб. пособие для вузов ГА / В. К. Качан, В. В. Сокол, В. В. Тесовский - Киев: Вища школа, 2005 - 232 с.

5. Качан, В. К. Средства радиосвязи управления воздушным движением [Текст]: Учеб. пособие для вузов ГА / В. К. Качан, В. В. Сокол, В. В. Тесовский - Киев: Вища школа, 2012 - 206 с.

6. Российская Федерация. Законы. Об информации, информационных технологиях и о защите информации [Текст]: Федер. закон: [принят Гос. Думой 8 июля 2006 г. :одобр. Советом Федерации

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 июля 2006 г.]. – М. : Омега-Л, 2007. - 24 с.

7 Силяков, В. А. Системы авиационной радиосвязи [Текст]: Учеб. пособие / В.А. Силяков, В.Н. Красюк. Под ред. В. А. Силякова - СПбГУАП. СПб., 2004 - 160 с.

8 ИКАО. Авиационная электросвязь. В 4 т. Т. 3. Системы связи. [Текст]/ Монреаль: ИКАО, 2007. –275 с

9 Фирма НИТА. Технологии и средства автоматизации современных систем УВД. [Текст] / СПб: СПбГУАП, 2004. – С.92.

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 614.2.691

Шевцов А.Н. Исследование опыта зарубежных авиакомпаний в вопросе обеспечения безопасности полётов гражданской авиации за счёт применение средств связи «БОРТ-ЗЕМЛЯ»

A study of the experience of foreign airlines in the matter of ensuring the safety of civil aviation flights by using the means of communication "BORD-EARTH"

Шевцов Алексей Николаевич,
сотрудник кафедры вокального искусства
Юго – Западного государственного университета,
г. Курск, Россия,
aleksey_shevtsov95@mail.ru
Shevtsov Alexey Nikolaevich,
employee of the Department of Vocal Art
Southwestern State University,
Kursk, Russia

Аннотация. За последние десять лет объём авиаперелётов, как пассажиров, так и грузов постоянно увеличивался. Данное обстоятельство стало причиной увеличения нагрузки на аэропорты и воздушные трассы. Требования безопасности неуклонно ужесточаются. Прежние системы регулировки авиаперелётов в меньшей степени удовлетворяют новым предписаниям. Мировое сообщество на сегодняшний день заинтересовано в разработке новых перспективных систем, удовлетворяющих более жестким требованиям.

Качество функционирования системы аэронавигации является определяющим звеном в повышении безопасности и эффективности авиаперелётов.

Как российские, так и иностранные правила эшелонирования вместе с использованием систем наблюдения, осуществляют обслуживание воздушного движения, регулируя временные интервалы между ВС. При совпадении значений минимальных интервалов, ограничиваемых правилами, наблюдаемые на индикаторе лётной обстановки расстояния, в соответствии с международными правилами, не могут быть меньше расстояния, рассчитываемого в соответствии с российскими нормами эшелонирования. Отсюда следует, что при равенстве отклонений положений ВС от номинальных значений, как для российских, так и для международных норм, безопасность авиаперелётов

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

применительно к задаче эшелонирования, должна быть одинаковой.

Необходимо отметить, что вышеприведенное утверждение не является частью правил эшелонирования, так как российские и международные правила регулируют одни и те же интервалы для полётов на равных высотах. Для проведения оптимального сравнения правил эшелонирования, с точки зрения критерия надёжности, необходимо оперировать одними и теми же характеристиками, такими как точность систем наблюдения и навигации, скоростные характеристики воздушных судов.

На основе вышеприведенной особенности функционирования радиолокационных станций уместно сделать вывод о наличии проблем, заключающихся в необходимости применения дополнительной технологии, позволяющей осуществлять наблюдение за ВС в труднодоступных районах [1].

Бесперебойная и качественная связь между воздушным судном и наземными станциями крайне важна в авиации. В данном случае радиосвязь – это не только средство обмена речевой информацией между диспетчером и пилотом, но и передача полётной информации, необходимой для успешного перелёта ВС от пункта А в пункт Б.

Практически любую информацию с помощью радиосвязи можно передать голосом, однако в районах с высокой интенсивностью воздушного движения не хватило бы частот в авиационном диапазоне.

Существенным недостатком радиосвязи является крайне высокая вероятность ошибки вследствие влияния различного рода помех. Данное обстоятельство ухудшает качество восприятия речевой информации, что, безусловно, худшим образом влияет на безопасность полётов.

Ключевые слова: Aeronautical Radio, Incorporated (Стандарт на компьютерную шину для применения в авионике), Communication, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management (Связь навигация наблюдение/организация воздушного движения), Controller–pilotdatalinkcommunications (Обменданнымипоканалуконтроллер-пилот), Flight Information Services-Broadcast (Информационные службы полетной информации – трансляция), адресно-отчётнаясистемаавиационнойсвязи (ACARS), автоматическое зависимое наблюдение-вещание (ADS-B), автоматического зависимого наблюдения координат (ADS-C), автоматическое зависимое наблюдение в режиме радиовещания (ADS-R).

Abstract. Over the past ten years, the volume of air travel, both passengers and cargo has constantly increased. This circumstance caused the increase in the load on airports and air routes. Security requirements are steadily tightening. The former air traffic control systems meet new requirements to a lesser degree. Today the world community is interested in developing new promising systems that meet more stringent requirements. The quality of the functioning of the air navigation system is the determining factor in improving the safety and efficiency of air travel.

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

Both Russian and foreign separation rules, together with the use of surveillance systems, provide air traffic services, adjusting the time intervals between aircraft. If the values of the minimum intervals limited by the rules are the same, the distance observed in the flight distance indicator, in accordance with international rules, can not be less than the distance calculated in accordance with Russian separation standards. It follows that if the deviations of the aircraft from nominal values are equal, for both Russian and international standards, the safety of air travel in relation to the separation task should be the same.

It should be noted that the above statement is not part of the separation rules, since Russian and international rules regulate the same intervals for flights at equal heights. To perform an optimal comparison of separation rules, from the point of view of the reliability criterion, it is necessary to operate with the same characteristics, such as the accuracy of surveillance and navigation systems, the speed characteristics of aircraft.

On the basis of the above-mentioned peculiarities of the functioning of radar stations, it is appropriate to conclude that there are problems that require the use of an additional technology that makes it possible to monitor the aircraft in hard-to-reach areas [1].

Uninterrupted and high-quality communication between the aircraft and ground stations is extremely important in aviation. In this case, radio communication is not only a means of exchanging voice information between the dispatcher and the pilot, but also the transfer of flight information necessary for the successful flight of the aircraft from point A to point B.

Practically any information by means of radio communication can be conveyed by voice, however, in regions with a high air traffic intensity there would not be enough frequencies in the aviation range.

An essential drawback of radio communication is the extremely high probability of error due to the influence of various types of interference. This circumstance worsens the quality of perception of speech information, which, of course, has a worse effect on flight safety.

Keywords: Aeronautical Radio, Incorporated, Communication, NAVIGATION, Surveillance / Air Traffic Management, Controller-pilotdatalinkcommunications, Flight Information Services- Broadcast, ACARS, Automatic Dependent Surveillance (ADS-B), Automatic Dependent Surveillance (ADS-C), Automatic Dependent Surveillance in Broadcast Mode (ADS-R).

Воздушное движение и безопасность в настоящее время стали неразделимы. Без данных компонентов невозможно представить современную авиационную деятельность. Безопасность в авиационной деятельности на практике представляет собой определённый набор

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

норм и правил, сформировавшихся в рассматриваемой области.

Так как подходы к обеспечению безопасности воздушного движения всегда разные, и данная отрасль ничем не регламентируется, то следует заметить, что получаемый практический результат будет не эффективным. Обстоятельства данного рода происходят из-за того, что проблема безопасности решается в каждой стране по определённым правилам, заранее не регламентированным на международном уровне.

Из выше сказанного следует, что гражданская авиация ввиду большой конкуренции между государственными и частными авиакомпаниями перестала быть жёстко регулируемой системой. Из-за уменьшения расходов на авиаперелёты, существенно страдает обеспечение безопасности воздушного движения [5].

Международной организаций в области гражданской авиации всех стран, организованной в 1944 г. в виде специального учреждения ООН, является международная организация гражданской авиации – ИКАО. ИКАО была создана для международного взаимодействия в вопросах стандартизации и практических рекомендаций (SARPs). Целью организации ИКАО являются создание безопасного, устойчивого, надёжного эффективного сектора гражданской авиации. Нормативная база организации ИКАО является универсальным для всех авиакомпаний мира регламентом, опираться на правила и нормы которого обязаны все авиа концерны государств, являющихся членами данной организации [6].

Последнее десятилетие ИКАО создаёт новые методики для решения задач в области обеспечения безопасности полётов ВС. В работе по этому направлению большой опорой стала конференция, проведенная ИКАО с 29 марта по 1 апреля 2010,основной задачей

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

которой являлась разработка новых стандартов организации. Если старый подход заключался в жёстком следовании нормам и правилам, то в новом основной акцент делался на создании систем безопасности, что стало основойсоздания государственной программы систем управления безопасностью полётов (СУБП). Данная система основывается на двух критериях оценки: факторов риска и гарантии обеспечения безопасности полётов.

ИКАО продолжает создавать новые приоритеты, повышая тем самым общую безопасность воздушного движения. Так увеличивают безопасность ВС при взлёте и посадке, устраняют столкновения исправных ВС с Землёй по халатности экипажа, устраняют недочёты безопасности ВС в полёте связанные с потерей его управления.

Механизмом, направленным на достижение общей безопасности воздушного движения, являются:

- приведение средств безопасности полётов к общим стандартам;

- взаимодействие средств обеспечения безопасности ВС;

- необходимые ресурсы для создания воздушного аэропланирования;

- взаимодействие по обмену полётной информацией.

Организация ИКАО является единым элементом для всех государств в области обеспечения безопасности воздушного движения, однако имеется ряд проблем юридического характера.

Россия является участником ИКАО, русский язык является одним из рабочих языков организации, на основании постановления, принятого в 2006 г. Законопроект, вносящий статью 24.1 в Воздушный кодекс Российской федерации был подписан Президентом России 25 декабря 2012 г. Данный законопроект позволяет внести 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|

установившиеся нормы новое положение, в котором рассмотрены ключевые моменты создания Российской СУБП. Законопроект был утверждён в сентябре 2013 г.

В статье 24.1 «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС» оговорены принципы утверждающие, что Российская Федерация должна создать государственную СУБП основываясь на стандартах ИКАО. Правительство в свою очередь должно определить последовательность создания и применения СУБП ВС юридическими лицами в РФ. Также необходимо создание органа РФ, обязанного производить анализ и сбор данных о факторах риска, осложняющихреализацию программы повышения безопасности полетов гражданских судов [7].

Следует отметить, что большая часть функций необходимых для обеспечения безопасного воздушного движения не оговорена в законодательстве Российской Федерации. К функциям обеспечения безопасного воздушного движения относят функции контроля, анализа и защиты от неправомерного использования данных, а также повышения качества СУБП.

Статья, внесённая в воздушный кодекс Российской Федерации, подразумевает вступление в действие 101-ой поправки международной организации гражданской авиации для подразделений, несущих ответственность за конструкцию и изготовление ВС. Системы «Лётной годности воздушных судов» уже существовали в аэропортах и авиакомпаниях, а производители комплектующих ВС обязаны были начать их внедрение с 14 сентября 2013 г.

Таким образом, политика международной гражданской авиации существенно изменилась после принятия 101-ой поправки, в результате

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

чего подход к повышению качества безопасности воздушного движения был признан. В результате этого, законодательная документация, требующая от разработчика самолёта, систем, обеспечивающих адекватное реагирование на проблемы, возникающие в ходе эксплуатации. То есть от предприятия, проектирующего ВС требуются две вещи: построение безопасного ВС и отслеживание его техническихкарактеристик [8].

Производитель, создающий ВС обязан после проектирования удостовериться в его надёжность. После чего он же обязан создать систему обеспечивающую поддержку лётной годности каждого воздушного судна, после чего начинается процесс взаимодействия с авиазаводом и эксплуатирующей организацией. Так же следует отметить необходимость контроля и сертификации продукции требованиям лётной годности и её поддержание организациями, отвечающими за техническую эксплуатацию ВС. Эксплуатирующая организация должна использовать не только ВС, но и системы его технической поддержки вплоть до нормативной документации. В период использования ВС конструкторская организация осуществляет мониторинг его состояния, для того что бы в нужный момент принять меры по устранению причины возникновения неисправностей его жизненно важных систем [9].

В результате принятия 101-ой поправки ИКАО понятие о безопасности воздушного движения существенно изменилось. Так, если до принятия поправки за безопасность воздушного движения несла ответственность только лишь эксплуатирующая организация, то теперь такой же ответственностью обладает и конструкторская организация, которая обязана проводить анализ технического

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

состояния ВС. Таким образом, разработчик должен обеспечить качество воздушного судна,остающееся постоянным при функционировании в максимально-неблагоприятных условиях эксплуатации. Для этого ВС испытывают в условиях подобного рода, результатом чего является расширение возможностей ВС, выявляемых при эксплуатации, при сохранении определённого уровня его безопасности .

Контроль на предприятиях, разрабатывающих ВС со стороны государства является неотъемлемой частью процесса производства воздушного судна после принятия 101-й поправки ИКАО.

Таким образом, в отчёте комиссии ИКАО 2015 г. было замечено, что состояние безопасности полётов в России существенно улучшилось по сравнению с предыдущими годами и превышает средний уровень проверок подобного рода в странах, входящих в состав ИКАО. Также было отмечено, что рекомендации, полученные от специалистов, входящих в состав ИКАО, были учтены и стали основой совершенствованиязаконодательной деятельности регулированию отрасли, авиации [10 - 11].

Адресно-отчётная система авиационной связи ACARS

СистемаACARS (AircraftCommunicationsAddressingandReportingSystem) или адресно-отчетная система авиационной связи способна осуществлять обмен сообщениями между воздушным судном и наземной станцией в закодированном или текстовом виде, сообщение, которое пользователь может увидеть на дисплее или распечатать на специальном принтере.

На сегодняшний день технология ACARS нашла своё применение в таких областях связи 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|

- связь между операционным отделом авиакомпании и экипажем (на борт может передаваться план полета, центровочные документы, списки пассажиров и любая другая информация, касающаяся выполнения рейса, с борта может предаваться любая информация и запросы, например, экипаж может заранее запросить информацию о выходах на посадку для трансферных пассажиров или сообщить в авиакомпанию о неисправности воздушного судна).

- формулировка автоматизированных сообщений для авиакомпании с некоторой периодичностью либо при определённом событии: сообщения о взлете или посадке, сообщения с координатами воздушного судна (точность определения ВС 5 м.), об остатке топлива. Весьма полезными для авиакомпании являются сообщения о неисправностях на борту позволяющие организовать технический осмотр тем самым на раннем этапе выявить имеющиеся неисправности. Сюда же следует отнести получение сводок о погоде. Известен сервис D-ATIS, представляющий возможность получить сообщения с планом полёта, показанные на рисунке 1.

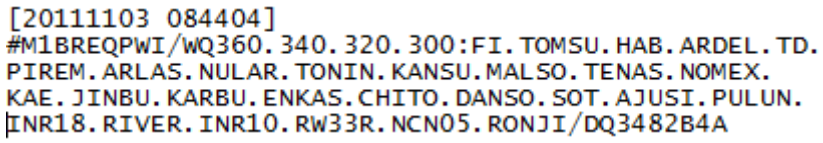


Рисунок 1. Сводка фактической погоды, полученная по ACARS

Одна из самых важных функций ACARS среди пилотов получение и распечатывание на принтере в кабине ВС независимо от расстояния до аэродрома, необходимой информации о погодных условиях, на взлётно-посадочной полосе. Так же следует отметить, 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|

диспетчер сам может включить систему и получить нужную ему информацию.

ACARS функционирует следующим образом: радиостанция системы авиационной связи переключается в DATA-режим (передача и приём данных), лётчик, в свою очередь, не должен выбирать частоту, так как они все запрограммированы в зависимости от полётного региона [2].

С помощью пульта FMS пилот осуществляет набор сообщения и выбор адреса отправки. Кодер осуществляет преобразование сообщения в тональный вид и передачу его на Землю где оно декодируется и обрабатывается. Аналогичным образом сообщения отправляются с Земли на борт, где предусмотрена возможность их распечатки с помощью специального принтера или вывод на дисплей (рисунок 2). Сообщения, передаваемые с Земли на борт, называются UPLINK, а с борта на Землю – DOWNLINK.

Рисунок 2. Сообщение D-ATIS, распечатанное на бортовом принтере и отображённое на дисплее

Кроме УКВ радиосвязи в системах аэронавигации может применяться спутниковый канал 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|

Основные технические параметры системы ACARS представлены в таблице 1:

Таблица 1

Технические параметры системы ACARS

Название	Параметр
Диапазон частот	VHF (134 – 174 МГц)
Режимы работы	CSMA/CD packet ARQ system
Модуляция	8 PSK
Скорость передачи информации	2400 Бит
Центральная частота	130 Гц
Формат (ы) ввода	AF, IF
Чувствительность приёмника	минус 120 дБ/Вт
Дополнительная информация	ITA-5 с контролем четности и блоком кодирования
Частоты функционирования ACARS в Европа, МГц	131.725, 131.525, 131.825
Частоты функционирования ACARS в США, МГц	131.550, 130.025, 129.125, 131.475, 130.450, 131.125, 136.700, 136.750, 136.800
Частота функционирования ACARS в Японии, МГц	131.450
Диапазон рабочих температур C^0	минус 40 до плюс 60

ACARS – сервис предоставления коммерческих услуг для авиакомпаний, заключивших договор с определённым провайдером. На сегодняшний день их два ARINCи SITA, имеющих наземную радио сеть и специализированное программное обеспечение.

ARINC получило своё развитие в США, тогда как SITA – компания европейского уровня. Сеть покрытия обоих провайдеров занимает равные площади, изначальное деление потенциальной аудитории сохраняется и сегодня.

Дальность радиодоступа при УКВ ограничена линией горизонта, откуда зона охвата базовой станции равна приблизительно 300 – 350

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

километрам, при высоте подъёма до 10000 метров. Именно из этого условия становится возможным расчёт определяемой области связи. Территория РФ не имеет полного покрытия, особенно это касается зауральских областей. Провайдеры SITA и ARINC являются потенциальными организаторами сети передачи, в указанных областях постоянно увеличивающими количество базового станционного оборудования на российской территории, рисунок 3.

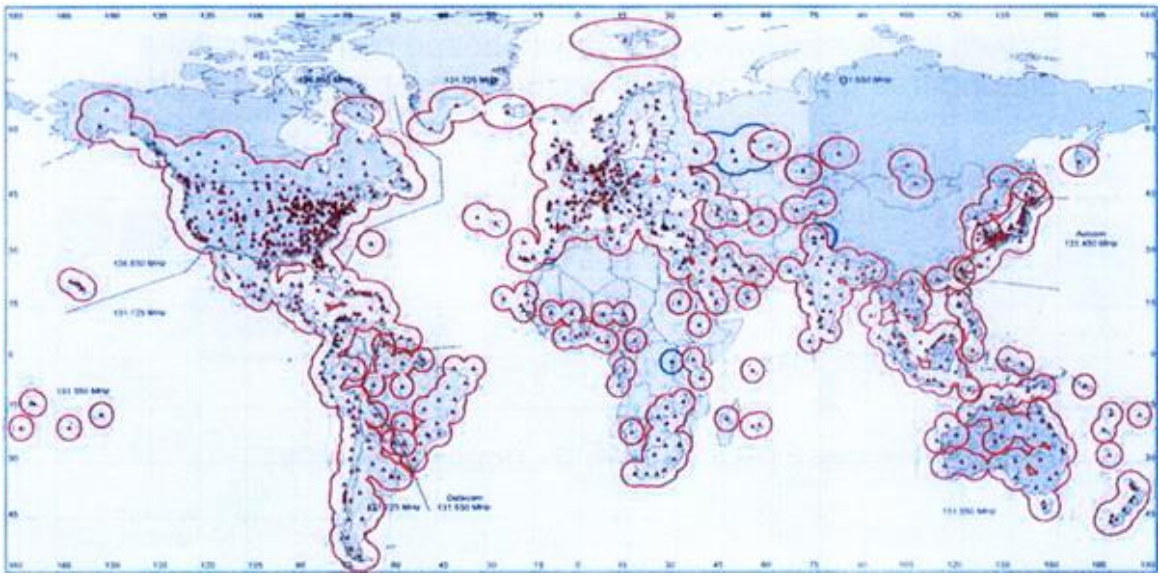


Рисунок 3. Примерная карта покрытия станций компании SITA (2015 год)

ACARS функционирует, используя такие системы спутниковой связи, как Iridium и Inmarsat. Использование спутников делает глобальной зону охвата, однако повышает стоимость совокупности приёмопередающего оборудования и каналов передачи. Данный аспект не позволяет окончательно отказаться от радиостанций УКВ диапазона, так как стоимость одного сообщения оказывается дешевле в несколько раз [3-4].

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

2.2 Автоматическое зависимое наблюдение-вещание (ADS-B)

Автоматическое зависимое наблюдение-вещание, ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast), представляет собой технологию, внедряющуюся сегодня по всему миру.

Технология ADS-B позволяет реализовать следующий принцип «каждый видит каждого», что может позволить свести к минимуму возможные конфликтные ситуации в режиме полёта. В режиме полета диспетчер поддерживает связь с воздушным судном, получая при этом план полёта, координаты и высоту, а также ряд технических параметров. На дисплее в кабине ВС отображается информация, не только передающаяся с Земли, но и та, которая передаётся с других ВС. Связь осуществляется через наземные станции. Возможен вариант организации связи через спутник.

Основу системы составляет телекоммуникационное оборудование, установленное на борту воздушного судна, особенностью которого является ежесекундная передача своих координат во всё время полёта.

ADS-B позволяет отображать движение ВС на радарах, информировать о метеорологической обстановке пилотов, определять скорости самолёта, высоту, координаты, направление движения, полётный номер [5-7].

Сообщения ADS-B передаются в диапазоне частот (1081 – 1093 МГц).

Концепция ADS-B включает в себя четыре системы обслуживания, краткая характеристика которых приведена 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

Системы обслуживания ADS-B

Система обслуживания	Краткая характеристика
ADS-B	Передача данных для наземных станций, диспетчерских служб и других ВС.
ADS-R	Ретрансляция данных ADS-B для UAT.
TIS-B	Обнаружение летящих вблизи объектов, неоснащённых системой ADS-B.
FIS-B	Получение аэронавигационной информации графического вида, рисунок 4.

Рисунок 4. Пример представления воздушного пространства системой ADS-B

Выделяют три класса оборудования ADS-B.

Первый – приёмники ADS-BIN. Они получают данные о движении ВС и метеорологические параметры. Служба гражданской авиации США ограничило работу ADS-B следующим образом: наземные станции будут передавать данные в случае приёма информации хотя бы от одного транспондера находящегося на борту

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

самолёта. Данные о режиме полёта не всегда доступны ADS-BIN приёмнику, тогда как метеорологическая информация постоянно обновляется помощью наземных станций [8-10].

Второй – ADS-B OUT трансмиттеры, передающие ADS-B данные и оснащённые функцией привлечения FAA ADS-B наземных станций, включая их в режим отправки трафика воздушного судна в зоне их действия.

Третий – ADS-B транспондеры, позволяющие принимать и передавать ADS-B данные.

Система ADS-B имеет множество преимуществ по сравнению с наземными радиолокационными станциями. Среди них: стоимость, высокая скорость обмена данными, точность позиционирования, чувствительность приёмного оборудования -110 дБ/Вт, наличие таких функций как возможность диспетчеру получать включать систему в нужный для него момент времени. ADS-B система функционирует с помощью сети радиостанций, которые отличаются простотой установки, чего нельзя сказать о радарах требующих всяческого обслуживания и дополнительного оборудования преобразования сигналов.

Полное покрытие территории – ещё одно очень важное преимущество ADS-B. Данная система допускает установку там, где радарные комплексы установить не является возможным [11].

ADS-B имеет высокую точность определения координат, что позволяет повысить эффективность лётного движения в районах с большим количеством воздушных трасс.

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 ADS-B удобна для пилотов в плане общего информирования (пилоты осведомлены в той же степени что и диспетчеры).

Преимущества ADS-B:

- ADS-B технология являются основой потенциально развивающихся систем управления воздушным движением;

- использование существующих цифровых коммуникаций позволяет осуществлять связь достаточно быстро и без особых затрат;

- глобальная зона охвата (более 100 км.), позволяющая минимизировать возможные конфликты между судами, чьи траектории воздушного движения достаточно близки;

- повышение авиационной безопасности, с помощью реализации таких функций как автоматический вызов или предупреждений о неминуемом столкновении на взлетно-посадочной полосе;

- низкая стоимость;

- высокая точность (до 7 метров);

- большая скорость обновления данных;

- масштабирование и адаптация позволяющая использовать систему в авиации общего назначения. Это позволит обеспечить эффективное наблюдение, как в воздушном, так и в наземном пространстве аэропорта, где применение радаров невозможно [12].

- возможность получения информации о рейсах, а также графического отображения метеорологической обстановки.

Однако система ADS-B обладает следующими недостатками:

- зависимость от надлежащей оснащенности необходимыми техническими средствами для всех судов;

- необходимость сертификации средств, позволяющих получать

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

информацию о скорости и координатах;

- существующие установки при получении данных о местоположении и скорости полагаются исключительно на GNSS. Поэтому возможны отказы в случаях, когда уровень характеристик или геометрия спутниковой группировки недостаточны для поддержки того или иного вида применения. Этот недостаток должен быть устранен в будущих системах, позволяющих интегрировать информацию GNSS с данными от других навигационных датчиков.

Система ADS-B устанавливается как на суда малой и большой авиации работает через станции, расположенные на Земле, так и через спутниковый сегмент. Система похожего типа может быть применена для интегрирования её с ССС РФ.

Система мультилатерации MLAT

Система мультилатерации Multilateration (MLAT) является кооперативной системой слежения нового уровня. Она используется с оборудованием вторичной радиолокации и не нуждается в дополнительной бортовой аппаратуре. MLAT гарантирует высокую точность определения местоположения траектории, сравнимую с моноимпульсными вторичными обзорными радиолокаторами. Интерес вызывает такая возможность MLAT как 3D слежение.

Система мультелатерации состоит из ряда приёмных и обрабатывающих станций, а также станции ответчика, всё это в совокупности представляет пассивную многопозиционную радиолокационную станцию. Система MLAT позволяет определять местонахождение ВС из-за разницы во времени пребывания 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|

которые отсылаются как минимум на три вышки передатчиком, установленном на воздушном судне.

Система гиперболического позиционирования включает ряд антенн, на которые поступает сигнал, после чего, центральный процессор определяет местоположение ВС на основании построения гиперболоидов, которые сроятся по данным полученным от различных антенн.

Таким образом, разница во времени пребывания сигнала (TDMA) является местом нахождения ВС. Для определения координат и высоты ВС над уровнем моря необходимо не менее четырёх вышек, при поступлении сигнала на которые будет рассчитываться пересечение результирующих гипербол, что позволит дать необходимый результат.

Также существуют двумерные системы определения координат воздушного судна. Ситуация подобного рода возникает тогда, когда имеются только 3 антенны, из-за чего становится невозможным определение местоположения ВС в 3D виде. Для этого прибегают к известным данным высоты, на основании которых рассчитывают местонахождение ВС.

Если для определения местоположения и координат ВС можно задействовать более четырёх антенн, то дополнительная информация в основном используется для определения среднего местонахождения ВС по всем её положениям. Причём такое местонахождение имеет суммарно значительно меньшую погрешность. На рисунке 5 изображён пример такой ситуации [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|

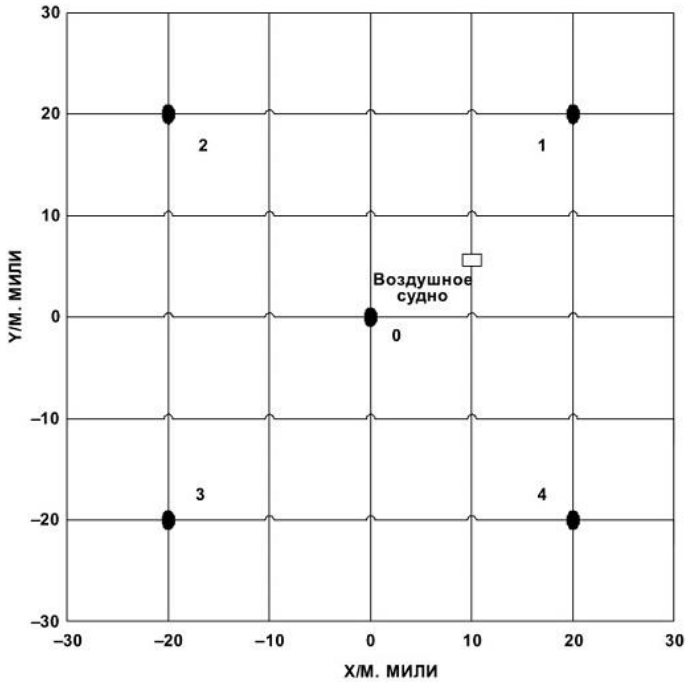


Рисунок 5. Схема из пяти приемных станций, система WAM, включающая пять приемных станций (с номерами 0–4)

Если представить, что информационные сигналы принимаются всеми приёмными станциями, то первые три диаграммы, изображённые на рисунке 10, будут изображать гиперболоиды, которые соответствуют временным сигналам TDMA на 0-2, 0-4 и 0-3 станциях. А станция 0-1, производит расчёт вех пересекающихся гиперболоидов, на основании которого и определяется местонахождение ВС.

Необходимо отметить, что в результате вычислений может получиться несколько решений, ввиду того, что гиперболоиды могут иметь несколько точек пересечения. На точность рассчитываемой информации в системе мультелатерации существенно влияет выбор мест расположения принимающих станций. Так в момент, когда ВС находится над двумерной зоной в зоне принимающих антенн, точность

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 составляет менее 10 м. Но в момент, когда ВС выходит из зоны и удаления от вышек, принимающих информационные сигналы точность определения координат ухудшается в разы [14-15].

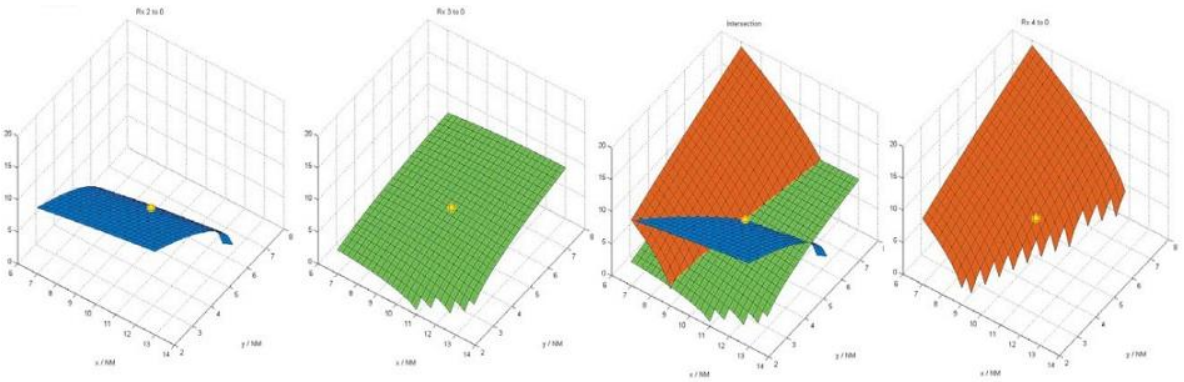


Рисунок 6. Пересекающиеся гиперболоиды

Следует заметить, что точность системы мультератерации не зависит от зоны действия и не имеет линейной зависимость от её размеров. Точность определения координат системой MLAT зависит от местонахождения ВС относительно станций приёма и точности определения получения сигнала на каждой из станций.

Архитектура системы мультелатерации для наблюдения за ВС в целях его глобального позиционирования 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|

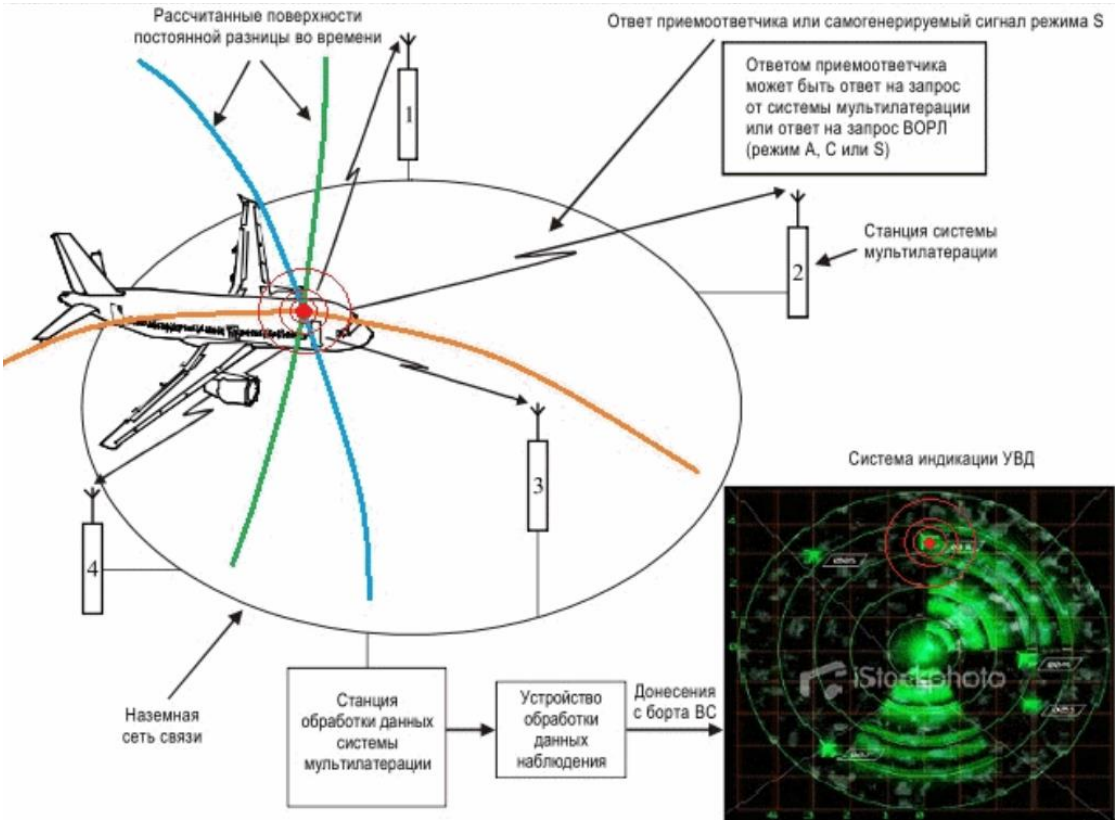


Рисунок 7. Архитектура системы глобального позиционирования для наблюдения за воздушным судном

Системы глобального позиционирования делятся на две категории, активные и пассивные системы мультелатерации. Пассивные системы состоят из приёмника сигналов, активные системы состоят из нескольких антенн принимающих сигналы от бортового приёмоответчика ВОРЛ. Основным преимуществом активных систем мультелатерации является их автономность от различных передающих устройств с борта ВС на Землю. Из недостатков следует отметить помехи, создаваемые системой на частотах 1030 МГц, 1090 МГц [14].

Следует отметить, что в системах MLAT приложения УВД делятся на в несколько направлений:

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

- приложения аэродромного назначения, используемые для управления ВС на Земле и в зоне аэродрома;

- обзор области воздушного пространства при заходе на посадку ВС и зональный обзор совместно с обзором радиолокационным;

- обзор области воздушного пространства при заходе на посадку ВС и зональный обзор без обзора с использованием средств радиолокации;

- совершенствование систем управления воздушным движением, включающее выборку некоторых параметров Reduced Vertical Separation minima or minimum (RVSM).

Специфические приложения мультелатерационного применяются для:

- мониторинга зоны аэропорта и информации, передаваемой ВС для средств УВД;

- ситуационной осведомленности;

- аэродромных операций, производимых при удовлетворительной видимости;

- контроля взлётно-посадочной полосы, когда происходит одновременный заход на посадку нескольких ВС;

- корректной работы других приложений: управление наклоном глиссады/управление порогом взлётно-посадочной полосы;

- предоставления информации, при помощи которой происходит контроль шумов;

- данных используемых в аэропорту;

- данных используемых на воздушной трассе;

- сопровождения полета;

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

- расширения осведомленности экипажей ВС (пометка преград, запрещенные зоны);

- расширенный план полёта для повышения точности обзорных и поисковых действий.

Основные технические характеристики системы мультелатерации, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики мультилатерационной системы

Параметр	Значение
Зона действия одной станции:	
Дальность	50-80 км
Азимут	360^0
Высота	0-20 км
Производительность	До 500 отслеженных целей
Точность определения местоположения:	
В аэродромной зоне	10 м (при высоте ЛА 300 м)
	15–20 м (при высоте ЛА 1000 м)
Трассовый обзор	Трассовый обзор 30 м (при высоте ЛА 11000 м)
Приёмник:	
Тангенциальная чувствительность	минус 120 дБ/Вт
Динамический диапазон	70 дБ
Диапазон частот	1030 – 1090 МГц
Передатчик:	
Импульсная мощность	700 Вт
Диапазон рабочих температур C^0	минус 40 до плюс 60

Преимущества системы мультилатерации:

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 требуется дополнительное оборудование на ВС для его определения, а также возможна работа с сигналами режимов A/C, S и сигналами ADS-B;

- так как система глобального позиционирования MLAT является модульной, то зону действия можно расширить при помощи включения дополнительных станций;

- большая точность и малое время обновления информации.

Недостатками системы MLAT являются:

- зависимость;

- правильного определения местоположения ВС от качества, принятого и распознанного сигналов несколькими вышками.

- необходимость наличия мест для размещения принимающих станций;

- необходимость линий, связывающих приёмопередатчики с центром обработки данных.

Система геопозиционирования MLAT является системой слежения за воздушными судами, предоставляет пилоту информацию в 3D виде и имеет быструю скорость обновления информации. Система мультилатерации работает через наземные станции. Данная система не подходит для интегрирования её со ССС РФ так как не может передавать ряд технических параметров ВС.

Система автоматического зависимого наблюдения координат ADS-C

Система ADS-C при помощи бортовой аппаратуры определяет своё местоположение, затем добавляя к данной информации план

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

полёта и ряд основных технических характеристик передаёт их на Землю. Система автоматического зависимого наблюдения передаёт информацию на скорости 1600 бит/с в полосе частот 1065 – 1090 МГц.

Для того что бы организация воздушного движения могла получать информацию от ВС наземная система подписывает договор с ВС на котором установлена ADS-C. Информация с ВС по двухчастотной связи передаётся на Землю. Из-за такой передачи другим судам такая информация не доступна.

Система автоматического зависимого наблюдения координат в основном применяется в районах сильно удалённых от радиолокационных станций. Ввиду данной особенности ADS-C ориентирована главным образом на авиакомпании, эксплуатирующие ВС большой дальности, так как в данном случае система автоматического зависимого наблюдения координат позволяет производить более точное эшелонирование. Устройства ADS-C в основном используют совместно со средствами CPDLC (Controller–pilot data link communications), которые позволяют производить электронный обмен сообщениями, что составляет альтернативу речевой связи [33].

Информация, передаваемая сообщениями системы автоматического зависимого наблюдения, включает в себя:

- определение широты, долготы и абсолютной высоты ВС в масштабе реального времени и FOM отметка (временная);
- маршрут в следующий момент времени и точки пути;
- скорость ВС;
- метеорологическую информацию.

Происходит согласование правил бортовыми и наземными

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

системами, на основании которых формируются сообщения, и предоставляется информация (донесения о событиях авариях и периодические) [15 - 16].

Информация, полученная организацией воздушного движения со средств автоматического зависимого наблюдения ADS-C, обрабатывается так же, как и данные ВОРЛ. Частота обновления информации при перелёте над океаническим пространством составляет 15 – 25 мин. Но система ADS-C имеет функцию увеличения частоты обновления информации. Система может работать в температурных условиях от минус 40 до плюс 60 C^0. Система ADS-C передаёт полётные данные ВС через спутник связи. На рисунке 13 представлена блок-схема средств автоматического зависимого наблюдения координат ADS-C.

Достоинствами системы автоматического зависимого наблюдения вещания являются:

- нахождение координат без использования радиолокации и системы мультератерации;

- определение маршрута в следующий момент времени и точек пути;

- обеспечение связи ВС – Земля и передача определённых технических характеристик диспетчеру.

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

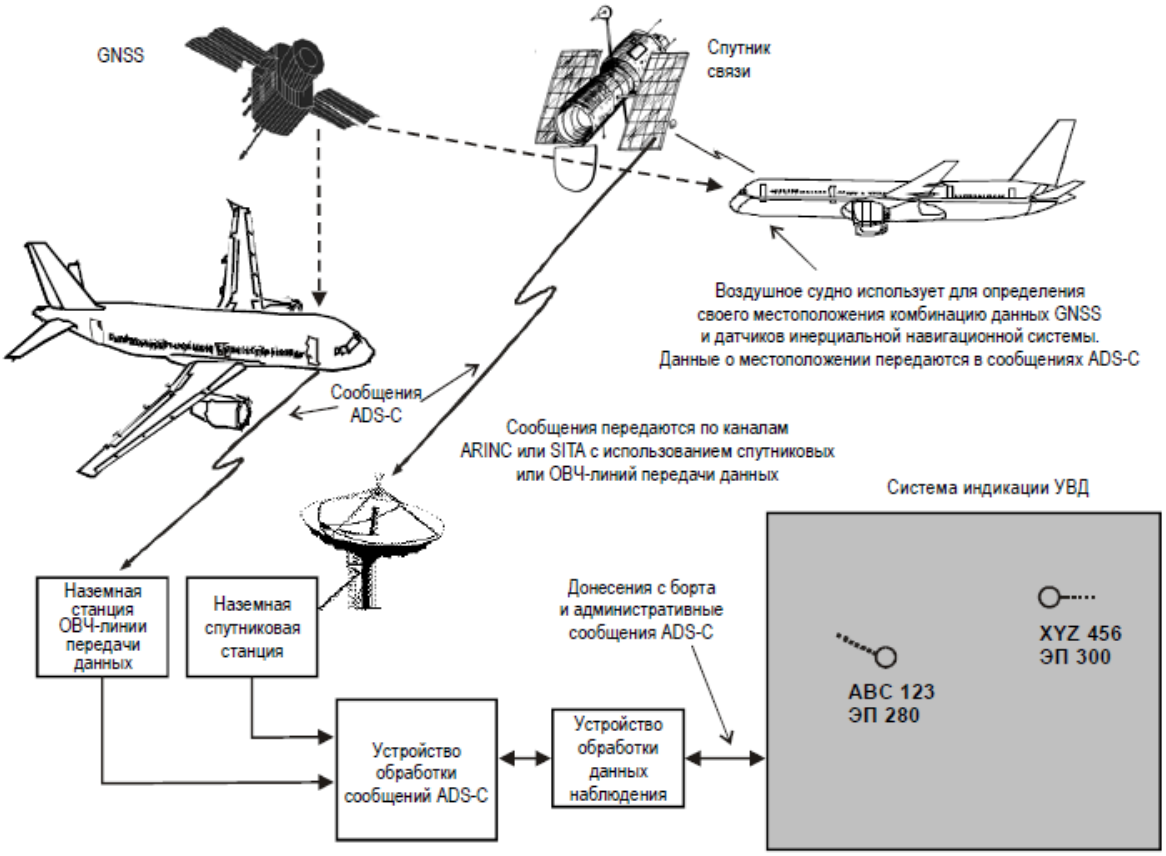


Рисунок 8. Схема организации системы автоматической зависимости наблюдения координат ADS-C

Недостатками системы автоматического зависимого наблюдения вещания являются:

- для работы системы необходимо что бы ВС были оборудованы надлежащим образом, для чего необходима установка дополнительной авионики;

- рабочие характеристики ограничиваются предельными параметрами средств связи;

- большая стоимость передачи данных через спутниковый канал связи;

- отсутствие функции ASA, так как сообщения не доступны 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|

других ВС.

Система ADS-C является системой автоматического зависимого наблюдения координат, работает через спутники связи, и передаёт как координаты ВС судна, в режиме реального времени, определяемые спутниками GNSS, так и имеет функцию прогнозирования нахождения ВС через некоторое определённое время. Система может быть использована в качестве системы аэронавигации и быть интегрирована со спутниками РФ.

Результат проведенного анализа работы четырёх систем аэронавигации, таких как ACARS, ADS-B, MLAT, ADS-C, представлен в таблице 4.

Таблица 4

Сводная таблица характеристики систем ACARS, ADS-B, ADS-C, MLAT.

Технические характеристики	ACARS	ADS-B	MLAT	ADS-C
Диапазон частот, МГц	VHF, 118 – 142	1081 – 1093	1030 – 1090	1065 – 1090
Режимы работы	CDMA	FDMA	TDMA	FDMA
Модуляция	8PSK	QPSK	BPSK	QPSK
Скорость передачи информации Bd	2400	2400	-	1600
Центральная частота Гц	130	1087	1060	1077,5
Диапазон рабочих температур С0	минут 40 до плюс 60	минут 60 до плюс 50	минут 40 до плюс 50	минут 40 до плюс 60
Частота обновления информации, сек.	10	10	3-5	900-1500 (над океаном)
Точность определения местоположения	5 м	7 м	10 м при высоте 300м 15-20 при высоте 1000 м 30 м при высоте 11000 м	10 м

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

Технические характеристики	ACARS	ADS-B	MLAT	ADS-C
Чувствительность приёмника, дБ/Вт	минус 120	минус 110	-	минус 110
Импульсная мощность, Вт	-	-	700	-
Дистанционное управления	ДА	ДА	-	НЕТ
Вывод информации	Дисплей Печать Звук	Дисплей Звук	Дисплей	Дисплей
Тип антенны	Всенаправленная	Всенаправленная	Всенаправленная	Всенаправленная
Наземные вышки связи, зона покрытия. км.	300-350	100-150	50-80	-

Российская Федерация, занимает важное стратегическое положение с размерами контролируемого воздушного пространства более 16 млн. кв. км и имеет влияние на экономические, социальные и военно-политические процессы, происходящие как в России, так и за её пределами. Нормативные правовые акты России до 2013 г. существенно отличались от международных стандартов и рекомендуемой практики ИКАО, что существенно затрудняло процессы интеграции ЕС ОрВД и взаимодействующих с ней систем в мировую аэронавигационную систему. Эта способствовало необходимости доведения имеющихся средств до приемлемого уровня, удовлетворяющего нормативным документам международной организации гражданской авиации ИКАО и созданию национальной системы аэронавигации РФ, для чего следует обратиться к опыту зарубежных компаний.

Система мультилатерации (MLAT) или гиперболическое позиционирование представляет процесс определения положения ВС, основанный на разнице во времени прибытия сигнала. Посланный объектом сигнал, в три или более направления, будет получен тремя

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

далеко расположенными друг от друга датчиками в разное время. В системе задается единое время определения местопожения воздушного судна для каждой из трех наземных станций. Система MLAT передаёт большой объём данных (координаты, скорость, высоту ВС), но не позволяет передавать погодную информацию и взаимодействовать пилоту воздушного судна с диспетчером, что является одним из отрицательных аргументов при выборе системы аэронавигации и заставляет отказаться от использования данной системы. Система ADS-C для передачи данных требует установки дополнительной авионики. Сообщения, передаваемые системой, не могут быть доступны другим воздушным судам, данное обстоятельство существенно сужает аудиторию пользователей и делает эту систему узко применимой, решающей только определённый ряд задач. Система ADS-C не может быть применена в северных широтах Российской Федерации ввиду того, что система, работающая в условиях крайнего севера должна быть мультифункциональной и решать большое количество задач.

Система ACARS является цифровой системой передачи данных через спутники, и наземные станции. Она использует для передачи наземные станции двух провайдеров ARINCи SITA, у каждого из которых имеется своя сеть и свое пользовательское программное обеспечение. На сегодняшний день покрытие над территорией РФ неполное, организовать связь через наземные станции не представляется возможным выше 70^0 широты (северной), поэтому передача информации выше полярного круга может вестись исключительно через спутник, что экономически не эффективно.

Система ADS-B обеспечивает точное картографирование

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

движения воздушного судна на экраны радара, передает в реальном времени метеорологическую информацию пилотам, при запросе от наземных радаров предоставляет горизонтальную и вертикальную скорость самолета, высоту, курс, вид воздушного средства и его номер полета.

Наземные станции ADS-B легко и быстро монтируются, что является одним из достоинств данной системы перед её аналогами. Чувствительность приёмника ADS-B позволяет принимать слабые сигналы от низкоорбитальных спутников связи. Система обладает дистанционным управлением, что существенно увеличивает безопасность воздушного движения.

Развёртывание системы ADS-B на территории Российской Федерации с использованием низкоорбитальных спутников связи является надёжным и эффективным вариантом создания системы аэронавигации России, содержащей в себе необходимые функции обеспечения безопасности воздушного движения, ввиду того, что ВС судно может быть доступно в любой промежуток времени. Данное внедрение позволит государствам членам ИКАО, использующим подобную технологию повысить эффективность наблюдения своих воздушных судов над территорией РФ.

Для России внедрение технологии передачи данных через спутниковый сегмент МСПСС Гонец, посредством системы ADS-B позволит открыть новые возможности. Передача данных через ССС Гонец М1 станет *экономически важным решением, результат которого будет сохранение денежных средств российских авиакомпаний в пределах государства, что существенно увеличит его экономический потенциал.*

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. Техническое руководство ИКАО по окружающей среде, регламентирующее использование методик при сертификации воздушных судов по шуму [Текст]: учебник. Монреаль, 2011. – 106.

2. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPENFLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции– Казань., 2017. – 35 - 37 с.

3. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

4. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

5. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

6. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного 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|

системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

7. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

8. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

9. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

10. Хмелевская, А.В. Сравнительный анализ наиболее распространенных программных комплексов 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|

телекоммуникационных сетей применительно к задаче изучения дисциплин по направлению «Инфокоммуникации» / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Материалы докладов IV региональной заочной научно-практической конференции "ИИС-2016" «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы». – 2017. – С. 189-203

11. Коптев, Д. С. Общая структура OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Инновационные процессы в научной среде». – 2017г. – С. 118 – 120.

12. Коптев, Д. С. Структурно – функциональная модель OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Современный взгляд на будущее науки». – 2017г. – С. 35 – 37.

13. Коптев, Д.С. Сравнительный анализ наиболее перспективных стандартов беспроводных сетей связи / Д.С. Коптев, А.Н. Щитов, А.Н. Шевцов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. - №1. – С. 185 – 191

14. Коптев, Д.С. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OPENFLOW / Д.С. Коптев, И.Г. Бабанин // Сборник научных статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции: в 2 частях «Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения». – 2016. – С. 183-193

15. Бабанин, И.Г. Исследование целесообразности применения

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

средств компенсации дестабилизирующих факторов в спутниковом радиоканале при передаче сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией различной позиционности / И.Г. Бабанин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, А.А. Токарева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 4 (17). – С. 30-34.

16. Шевцов, А.Н. Обеспечение безопасности с точки зрения проверки прав доступа к ресурсам (AAA) / А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, Д.С. Коптев, Д. К. Никандрова // Сборник научных трудов по материалам I международной научно – практической конференции «Современные технологии в науке и образовании: проблемы, достижения, перспективы». – 2016. – С. 105 – 108.

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 614.2, 681.3

Щитов А.Н. Анализ современных требований побезопасности полётов гражданской авиации в свете 101-й поправки ИКАО применительно к Российской Федерации

Analysis of modern requirements for the safety of civil aviation flights in the light of the 101st amendment of ICAO for the Russian Federation

Щитов Алексей Николаевич,
магистрант кафедры космического приборостроения и систем связи
Юго – Западного государственного университета, г. Курск, Россия,
a.n.schitov@mail.ru
Shchitov Alexey Nikolaevich,
Master of Science in the Department of Space Instrument Engineering and Communication Systems
Southwestern State University, Kursk, Russia

Аннотация. Современное общество невозможно представить без авиации. Сегодня это самый скоростной и довольно популярный вид транспорта, который обеспечивает около 15 % пассажирооборота России. Самолеты, вертолеты, другие летательные аппараты перевозят ежегодно миллионы пассажиров, огромное количество грузов, выполняют специальные задания. По оценкам специалистов количество авиапассажиров в ближайшие 20 лет утроится.

Но, несмотря на то, что вопросам обеспечения безопасности на авиационном транспорте уделяется первостепенное внимание, чрезвычайные ситуации всё же происходят. На авиационном транспорте это связано сперегрузом самолета, сильной облачностью и несогласованностью действий экипажа, отсутствием связи с другими ВС.

На сегодняшний день в области авиационного движения давно возникла необходимость перемен в секторе обеспечения безопасности воздушного движения. Это повлекло за собой организацию большого количества мероприятий технико-педагогического характера.

Для решения назревших проблем безопасности воздушного движения Международная организация гражданской авиации принята 101-ю поправку, вносящую изменения в организацию воздушного движения.

Одним из её разделов является регламентирование передачи информации от воздушного судна на наземные диспетчерские пункты, 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|

есть каждое воздушное судно должно быть оснащено системами слежения.

Таким образом, передача необходимого объёма полётной информации с борта воздушного судна и организация связи с диспетчером, является актуальной задачей. Так как современное воздушное движения в РФ базируется на технологиях определения ВС при его перелёте, что позволяет осуществлять их мониторинг, а своевременная доставка пилоту ВС актуальной метеорологической информации, сведений о возможных местах для посадки, а также многих других уведомлений, в комплексе помогает в разы повысить уровень безопасности полетов.

К задачам проводимого исследования относятся:

- анализ современных требований повышения безопасности полётов гражданской авиации в свете 101-й поправки ИКАО ниже северного полярного круга;

- рассмотрение состояния вопроса зарубежных авиакомпаний в части обеспечения безопасности полетов с использованием систем связи «борт-Земля»;

- расчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности ошибки на символ, для сигнала 8-ФМ по известной теоретической зависимости, на воздушной трассе: воздушное судно – Спутник – Земля.

Ключевые слова: Воздушное судно, российская федерация, взлётно-посадочная полоса, единая автоматизированная сеть связи, земная станция, летательный аппарат, международный консультативный комитет, организация воздушного движения, программа предотвращения авиационных происшествий, содружество независимых государств, управление воздушным движением.

Abstract. Modern society can not be imagined without aviation. Today, it is the fastest and most popular type of transport, which provides about 15% of Russia's pass-fat turnover. Planes, helicopters and other aircraft carrying millions of passengers ezhegod¬no, a huge amount of cargo, perform special tasks. According to experts, the number of air passengers in the next 20 years will triple.

But, despite the fact that safety issues in aviation transport are given the highest priority, emergency situations still occur. In aviation transport, this is due to the transfer of the aircraft, a strong cloudiness and inconsistency of the actions of the crew, the lack of communication with other aircraft.

For today in the field of aviation movement for a long time there was a necessity of changes in sector of maintenance of safety of air movement. This entailed the organization of a large number of technical and pedagogical activities.

To address the urgent problems of air traffic safety, the International Civil Aviation Organization adopted the 101st amendment, which amends the air traffic management.

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

One of its sections is the regulation of the transfer of information from the aircraft to the ground control posts, that is, each aircraft must be equipped with tracking systems.

Thus, the transfer of the required amount of flight information from the aircraft and the organization of communication with the dispatcher is an urgent task. Since modern air traffic in the Russian Federation is based on aircraft identification technology during its flight, which allows them to be monitored, and timely delivery to the pilot of the aircraft of current meteorological information, information on possible landing sites, and many other notifications, level of safety.

The tasks of the research are:

- Analysis of modern requirements to improve the safety of civil aviation in the light of the 101st ICAO amendment below the Arctic Circle;
- consideration of the status of the issue of foreign airlines in terms of ensuring flight safety using the communication systems "airborne";
- calculation of the signal-to-noise ratio and determination of the error probability per symbol, for the 8-FM signal according to the known theoretical dependence, on the airway: aircraft - Sputnik-Earth.

Keywords: aircraft, Russian Federation, runway, unified automated communication network, earth station, aircraft, international advisory committee, air traffic management, accident prevention program, commonwealth of independent states, air traffic control.

Новая идеология предупреждения авиационных происшествий координально изменила систему профилактической работы. Если описываемая идеология определяет в качестве основного источника информации результаты расследования авиационных происшествий, то противоположная идеология ставит своей задачей регулярную деятельность по выявлению факторов являющихся потенциально опасными для отдельных компонентов авиационной системы. Данный подход является правильным, так как обладает возможностью предупреждения авиационного происшествия и вовлекает в себя весь персонал, решающий задачу обеспечения безопасности полётов. Сокращение числа авиакатастроф является основной задачей идеологии предупреждения авиационных происшествий [1].

Важнейшим звеном в системе управления 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|

полётов (СУБП) является производственная среда, основной функцией которой выступает задействование персонала в задачах по выявлению потенциально неблагоприятных условий производственной деятельности. К тому же, имеется система добровольных сообщений, являющаяся практическим инструментом добровольного участия персонала в деятельности производства (рисунок 1).

Рисунок 1. Компоненты и элементы системы ИКАО

Реализация данной системы направлена на формирование общей культуры безопасности полётов. Грамотное истолкование основных принципов концепций является залогом ее успешного внедрения 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|

авиакомпании.

Основная цель и перечень задач международной организации гражданской авиации (ИКАО)

Международная организация гражданской авиации (International Civil Aviation Organization, ICAO) – учреждение Организации Объединённых Наций (ООН), устанавливающее международные нормы гражданской авиации и координирующее её развитие с целью повышения эффективности и безопасности полётов воздушных судов[2].

Гражданская авиация ввиду большой конкуренции между государственными и частными авиакомпаниями перестала быть жёстко регулируемой системой. Из-за уменьшения расходов на авиаперелёты, существенно страдает обеспечение безопасности воздушного движения.

Международной организаций в области гражданской авиации всех стран, организованной в 1944 г. в виде специального учреждения ООН, является международная организация гражданской авиации – ИКАО. ИКАО была создана для международного взаимодействия в вопросах стандартизации и практических рекомендаций (SARPs). Целью организации ИКАО являются создание безопасного, устойчивого, надёжного эффективного сектора гражданской авиации. Нормативная база организации ИКАО является универсальным для всех авиакомпаний мира регламентом, опираться на правила и нормы которого обязаны все авиа концерны государств, являющихся членами данной 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|

Последнее десятилетие ИКАО создаёт новые методики для решения задач в области обеспечения безопасности полётов ВС. В работе по этому направлению большой опорой стала конференция, проведенная ИКАО с 29 марта по 1 апреля 2010,основной задачей которой являлась разработка новых стандартов организации. Если старый подход заключался в жёстком следовании нормам и правилам, то в новом основной акцент делался на создании систем безопасности, что стало основойсоздания государственной программы систем управления безопасностью полётов (СУБП). Данная система основывается на двух критериях оценки: факторов риска и гарантии обеспечения безопасности полётов.

ИКАО продолжает создавать новые приоритеты, повышая тем самым общую безопасность воздушного движения. Так увеличивают безопасность ВС при взлёте и посадке, устраняют столкновения исправных ВС с Землёй по халатности экипажа, устраняют недочёты безопасности ВС в полёте связанные с потерей его управления.

Механизмом, направленным на достижение общей безопасности воздушного движения, являются:

- приведение средств безопасности полётов к общим стандартам;
- взаимодействие средств обеспечения безопасности ВС;
- необходимые ресурсы для создания воздушного аэропланирования;
- взаимодействие по обмену полётной информацией.

Организация ИКАО является единым элементом для всех государств в области обеспечения безопасности воздушного движения, однако имеется ряд проблем юридического характера.

Россия является участником ИКАО, русский язык является одним

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 рабочих языков организации, на основании постановления, принятого в 2006 г. Законопроект, вносящий статью 24.1 в Воздушный кодекс Российской федерации был подписан Президентом России 25 декабря 2012 г. Данный законопроект позволяет внести в установившиеся нормы новое положение, в котором рассмотрены ключевые моменты создания Российской СУБП. Законопроект был утверждён в сентябре 2013 г.

В статье 24.1 «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС» оговорены принципы утверждающие, что Российская Федерация должна создать государственную СУБП основываясь на стандартах ИКАО. Правительство в свою очередь должно определить последовательность создания и применения СУБП ВС юридическими лицами в РФ. Также необходимо создание органа РФ, обязанного производить анализ и сбор данных о факторах риска, осложняющихреализацию программы повышения безопасности полетов гражданских судов.

Следует отметить, что большая часть функций необходимых для обеспечения безопасного воздушного движения не оговорена в законодательстве Российской Федерации. К функциям обеспечения безопасного воздушного движения относят функции контроля, анализа и защиты от неправомерного использования данных, а также повышения качества СУБП.

Статья, внесённая в воздушный кодекс Российской Федерации, подразумевает вступление в действие 101-ой поправки международной организации гражданской авиации для подразделений, несущих ответственность за конструкцию и изготовление ВС. Системы «Лётной годности воздушных судов» уже существовали в аэропортах 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|

авиакомпаниях, а производители комплектующих ВС обязаны были начать их внедрение с 14 сентября 2013 г.

Таким образом, политика международной гражданской авиации существенно изменилась после принятия 101-ой поправки, в результате чего подход к повышению качества безопасности воздушного движения был признан. В результате этого, законодательная документация, требующая от разработчика самолёта, систем, обеспечивающих адекватное реагирование на проблемы, возникающие в ходе эксплуатации. То есть от предприятия, проектирующего ВС требуются две вещи: построение безопасного ВС и отслеживание его техническихxарактеристик.

В области авиационного движения давно возникла необходимость перемен в секторе обеспечения безопасности воздушного движения. Это повлекло за собой организацию большого количества мероприятий и технико-педагогического характера.

Одним из самых важных показателей безопасности полётов авиации с научной точки зрения является обоснование компетенций (сфер влияния), что является гарантом безопасности воздушного движения. Возможность системы обеспечить достаточный уровень безопасности, сохраняя при этом его показатели, называется надёжностью системы безопасности воздушного движения.

Производитель, создающий ВС обязан после проектирования удостовериться в его надёжность. После чего он же обязан создать систему обеспечивающую поддержку лётной годности каждого воздушного судна, после чего начинается процесс взаимодействия с авиазаводом и эксплуатирующей организацией. Так же следует отметить необходимость контроля и сертификации продукции

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

требованиям лётной годности и её поддержание организациями, отвечающими за техническую эксплуатацию ВС. Эксплуатирующая организация должна использовать не только ВС, но и системы его технической поддержки вплоть до нормативной документации. В период использования ВС конструкторская организация осуществляет мониторинг его состояния, для того что бы в нужный момент принять меры по устранению причины возникновения неисправностей его жизненно важных систем [3].

В результате принятия 101-ой поправки ИКАО понятие о безопасности воздушного движения существенно изменилось. Так, если до принятия поправки за безопасность воздушного движения несла ответственность только лишь эксплуатирующая организация, то теперь такой же ответственностью обладает и конструкторская организация, которая обязана проводить анализ технического состояния ВС. Таким образом, разработчик должен обеспечить качество воздушного судна,остающееся постоянным при функционировании в максимально-неблагоприятных условиях эксплуатации. Для этого ВС испытывают в условиях подобного рода, результатом чего является расширение возможностей ВС, выявляемых при эксплуатации, при сохранении определённого уровня его безопасности.

Цель организации – разработка новых методов и принципов международной аэронавигации. Организация ставит перед собой следующий перечень основных задач:

- обеспечение безопасного и целеустремлённого развития международной авиации по всему мире;

- способствование искусству проектирования, конструирования 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|

эксплуатации ВС в современном обществе;

- развитие маршрутов воздушного движения, инфраструктуры аэропортов и средств аэронавигации для ИКАО;

- удовлетворение растущим потребностям безопасности авиаперелётов;

- предотвращение финансовых потерь, из-за экономии на системах, обеспечивающих безопасности воздушного движения;

- обеспечение справедливой для каждого из стран членов ИКАО возможности эксплуатации авиапредприятий, задействованных в инфраструктуре обеспечения воздушных сообщении;

- способствование развитию международных авиаперелётов;

- общее содействие и регламентирование международной гражданской аэронавигации во всех ее аспектах.

Контроль на предприятиях, разрабатывающих ВС со стороны государства является неотъемлемой частью процесса производства воздушного судна после принятия 101-й поправки ИКАО.

Таким образом, в отчёте комиссии ИКАО 2015 г. было замечено, что состояние безопасности полётов в России существенно улучшилось по сравнению с предыдущими годами и превышает средний уровень проверок подобного рода в странах, входящих в состав ИКАО. Также было отмечено, что рекомендации, полученные от специалистов, входящих в состав ИКАО, были учтены и стали основой совершенствованиязаконодательной деятельности регулированию отрасли, авиации.

Датой основания ИКАО является 1944 г., организация состоит из 190 членов-государств. Русский язык является официальными языком ИКАО [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|

Воздушные суда (ВС) гражданской авиации, имеющие системы безопасности, напрямую зависят от уровня развития таких отраслей как авиационная деятельность, авиационное образование и промышленность (рисунок 1).

Рисунок 1. Сферы деятельности, определяющие безопасность полётов

Нормативной базой авиационной безопасности является статья 83 Воздушного кодекса Российской Федерации, в соответствии с которой, авиационная безопасность – состояние защищенности авиации от незаконного вмешательства в её деятельность.Гарантом надёжности безопасности воздушного движения принято считать систему кадрового обучения, которая основывается на нормативно – правовых и учебно-методических пособиях, направленных на повышение эффективности обучения. Также весьма важен уровень функционирования авиационной техники. Однакочеловеческая

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

деятельность требует постоянного постороннего контроля, нежели другие [1].

Человеческий фактор – один из основных факторов обеспечения качественного воздушного движения. Именно это требует дальнейшего обучения персонала ВС, адаптации его к неблагоприятным условиям, возникающим в критических ситуациях. Причём одной из главных задач,ставящихся перед авиаперсоналом, оказавшимся в такой ситуации, является организация слаженной работы коллектива.

Технологии автоматизации призваны снизить вероятность проявления человеческого фактора. Все достижения современной науки, направленные на повышение качества полётов, подготовки к их проведению, доказали, что автоматизация в авиационных системах позволяет существенно увеличить их надёжность, повысив тем самым безопасность воздушного движения. Современные научные исследования, направленные на повышение качества методов и совершенствование средств контроля воздушного движения, должны стать наиболее приоритетными направлениями для всех отраслей науки [2].

Современная система безопасности воздушного движения (СБВД) основывается на системе, созданной в 1970-1980 гг., организационно и технически похожа, её корреляция прослеживается и в основных компонентах. Однако, созданная в 70-80 гг. XX века СБВД была основана на научных исследованиях, направлена на подготовку кадров, ставила своей целью изучение проблемы человеческого фактора.

Следует заметить, что безопасность воздушного движения зависит не только от мер, способствующих предотвращению

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

антитеррористических угроз, но и в большинстве своём – от слаженной работы персонала воздушного судна, погодных условий, степени халатности, техногенного характера, несоблюдения правил безопасности пассажирами ВС.

Смещённый акцент внимания на одну из причин авиакатастрофы, без учёта других, неизменно приведёт к ухудшению мер безопасности воздушного движения в целом.

Нововведения, относящиеся к подготовке кадрового состава и техническому исполнению ВС, произошедшие в последние несколько лет существенно изменили авиационную политику. Результатом нововведений стало противоречие между способностями систем безопасности воздушного движения и требованиями, предъявляемыми к ним [3].

Для решения возникшей проблемы был выбран путь присоединения к сфере полномочий безопасности воздушного движения таких функций как (рисунок 2):

- контроль за разработкой авиационной техники;
- применение новых методов подготовки кадрового состава;
- надзор за авиационной деятельностью;
- устранение ошибок, возникающих при создании авиационной техники;
- повышение качества управления в сфере образования лётного состава;
- совершенствование навыков, обеспечивающих безопасность воздушной деятельности;
- расследование авиа происшествий, возникающих в авиационной 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|

При создании ВС в Российской Федерации особое внимание уделяется опыту эксплуатации судов схожей направленности, а также совершенствованию применяемых средств диагностики отказов ВС [4].

Следует заметить, что задача исследований для повышения качества и развития системы, обеспечивающей гарантированную связь в любой точке мира, не рассматривалась более конкретно до настоящего времени (рисунок 2).

Аэронавигационная система (АНС) – важнейший элемент, определяющий качество функционирования авиационной системы всего мира.

В связи с особенностями стратегии развития экономического потенциала разных стран, различием в средствах аэронавигации, правилах и процедурах воздушных авиаперевозок на пути значимых потоков воздушного движения формируются дестабилизирующие факторы, связанные с задержками ВС на Земле и в воздухе, повышением степени возникновения риска авиационного происшествия.

Международная гражданская авиация на 10-й аэронавигационной конференции приняла меры, направленные на синтез принципиально новой концепции систем связи, аэронавигации, а также разработку глобальных и региональных планов развития воздушного движения. Результатом этого мероприятия стали положения, содействующие процессу гармонизации и последующей интеграции отечественных систем аэронавигации [15].

Применение новой концепции во многих странах наталкивается на множество трудностей. В первую очередь это затрагивает государства большой протяжённости, к которым относится Россия, 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|

изначально требует внедрения множество комплексов технических средств, для функционирования на всей территории, что влечёт за собой крупные капиталовложения. И данная ситуация в условиях сокращённого финансирования может ухудшиться, что может произойти, например, при смещении акцента политики государства на решение социальных и других более значимых проблем.

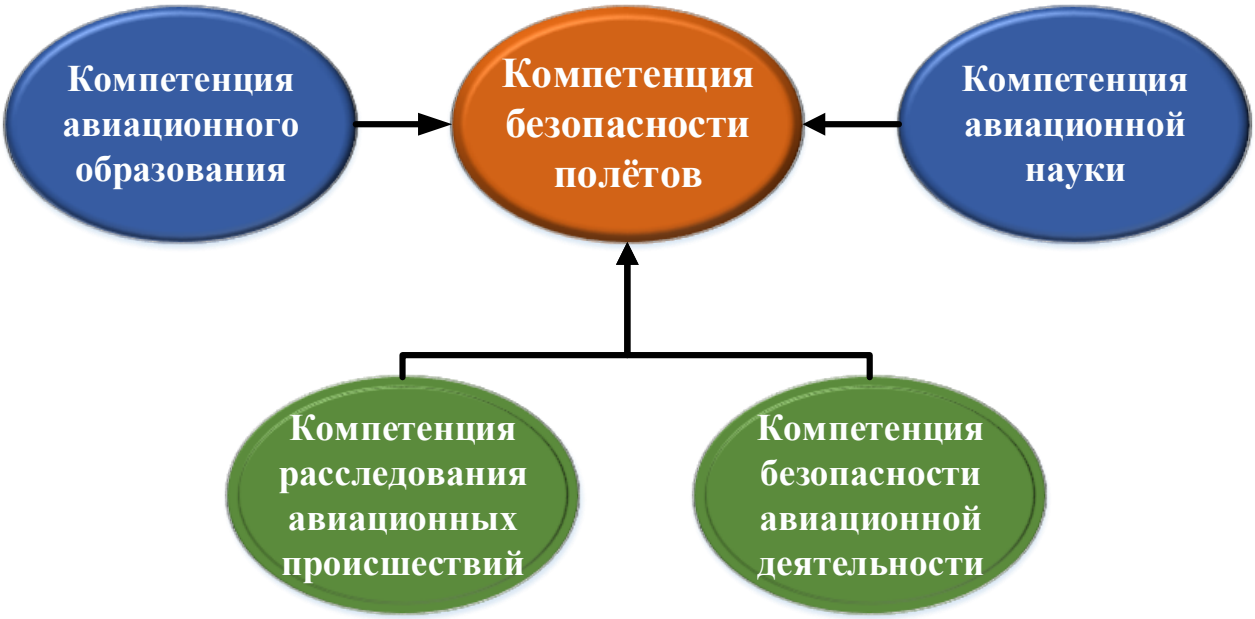


Рисунок 2. Основные составляющие системы безопасности полетов

На сегодняшний день, основываясь на положениях РПЛП-90, РПАП-2002 можно заметить, что проблема безопасности воздушного движения, как в государственной, так и в частной сфере решается по трём направлениям (рисунок 3).

То есть данными тремя направлениями являются:

- нормативно-правовое обеспечение, содержащее в себе соблюдение и становление норм, правил;

- требование определённого качества, как от определённых

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, так и от системы в целом;

- разработка методов профилактики и борьбы с происшествиями в авиационной среде.

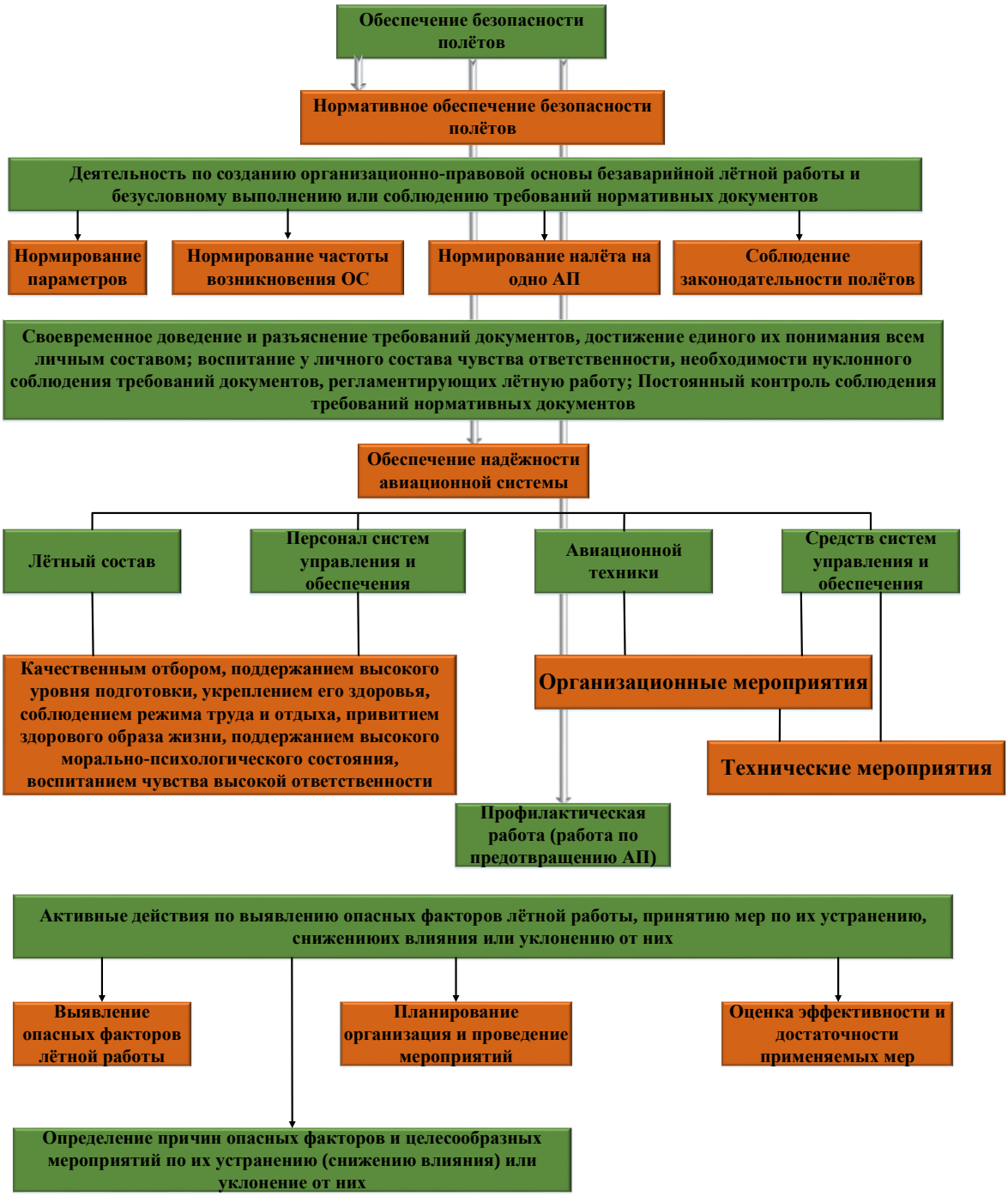


Рисунок 3. Данные по трём направлениям имеют следующую характеристику

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

Общие требования обеспечения безопасности воздушного движения в рамках 101-й поправки ИКАО

Воздушное движение и безопасность в настоящее время стали неразделимы.Без данных компонентов невозможно представить современную авиационную деятельность. Безопасность в авиационной деятельности на практике представляетсобой определённый набор норм и правил, сформировавшихся в рассматриваемой области.

Так как подходы к обеспечению безопасности воздушного движения всегда разные, и данная отрасль ничем не регламентируется, то следует заметить, что получаемый практический результат будет не эффективным. Обстоятельства данного рода происходят из-за того, что проблема безопасности решается в каждой стране по определённым правилам, заранее не регламентированным на международном уровне.

Из выше сказанного следует, что гражданская авиация ввиду большой конкуренции между государственными и частными авиакомпаниями перестала быть жёстко регулируемой системой. Из-за уменьшения расходов на авиаперелёты, существенно страдает обеспечение безопасности воздушного движения [5].

Международной организаций в области гражданской авиации всех стран, организованной в 1944 г. в виде специального учреждения ООН, является международная организация гражданской авиации – ИКАО. ИКАО была создана для международного взаимодействия в вопросах стандартизации и практических рекомендаций (SARPs). Целью организации ИКАО являются создание безопасного, устойчивого, надёжного эффективного сектора гражданской авиации. Нормативная база организации ИКАО является универсальным 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|

всех авиакомпаний мира регламентом, опираться на правила и нормы которого обязаны все авиа концерны государств, являющихся членами данной организации [6].

Последнее десятилетие ИКАО создаёт новые методики для решения задач в области обеспечения безопасности полётов ВС. В работе по этому направлению большой опорой стала конференция, проведенная ИКАО с 29 марта по 1 апреля 2010,основной задачей которой являлась разработка новых стандартов организации. Если старый подход заключался в жёстком следовании нормам и правилам, то в новом основной акцент делался на создании систем безопасности, что стало основойсоздания государственной программы систем управления безопасностью полётов (СУБП). Данная система основывается на двух критериях оценки: факторов риска и гарантии обеспечения безопасности полётов.

ИКАО продолжает создавать новые приоритеты, повышая тем самым общую безопасность воздушного движения. Так увеличивают безопасность ВС при взлёте и посадке, устраняют столкновения исправных ВС с Землёй по халатности экипажа, устраняют недочёты безопасности ВС в полёте связанные с потерей его управления.

Механизмом, направленным на достижение общей безопасности воздушного движения, являются:

- приведение средств безопасности полётов к общим стандартам;
- взаимодействие средств обеспечения безопасности ВС;
- необходимые ресурсы для создания воздушного аэропланирования;
- взаимодействие по обмену полётной информацией.

Организация ИКАО является единым элементом для 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|

государств в области обеспечения безопасности воздушного движения, однако имеется ряд проблем юридического характера.

Россия является участником ИКАО, русский язык является одним из рабочих языков организации, на основании постановления, принятого в 2006 г. Законопроект, вносящий статью 24.1 в Воздушный кодекс Российской федерации был подписан Президентом России 25 декабря 2012 г. Данный законопроект позволяет внести в установившиеся нормы новое положение, в котором рассмотрены ключевые моменты создания Российской СУБП. Законопроект был утверждён в сентябре 2013 г.

В статье 24.1 «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС» оговорены принципы утверждающие, что Российская Федерация должна создать государственную СУБП основываясь на стандартах ИКАО. Правительство в свою очередь должно определить последовательность создания и применения СУБП ВС юридическими лицами в РФ. Также необходимо создание органа РФ, обязанного производить анализ и сбор данных о факторах риска, осложняющихреализацию программы повышения безопасности полетов гражданских судов [7].

Следует отметить, что большая часть функций необходимых для обеспечения безопасного воздушного движения не оговорена в законодательстве Российской Федерации. К функциям обеспечения безопасного воздушного движения относят функции контроля, анализа и защиты от неправомерного использования данных, а также повышения качества СУБП.

Статья, внесённая в воздушный кодекс Российской Федерации, подразумевает вступление в действие 101-ой поправки международной

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 гражданской авиации для подразделений, несущих ответственность за конструкцию и изготовление ВС. Системы «Лётной годности воздушных судов» уже существовали в аэропортах и авиакомпаниях, а производители комплектующих ВС обязаны были начать их внедрение с 14 сентября 2013 г.

Таким образом, политика международной гражданской авиации существенно изменилась после принятия 101-ой поправки, в результате чего подход к повышению качества безопасности воздушного движения был признан. В результате этого, законодательная документация, требующая от разработчика самолёта, систем, обеспечивающих адекватное реагирование на проблемы, возникающие в ходе эксплуатации. То есть от предприятия, проектирующего ВС требуются две вещи: построение безопасного ВС и отслеживание его техническихxарактеристик [8].

Производитель, создающий ВС обязан после проектирования удостовериться в его надёжность. После чего он же обязан создать систему обеспечивающую поддержку лётной годности каждого воздушного судна, после чего начинается процесс взаимодействия с авиазаводом и эксплуатирующей организацией. Так же следует отметить необходимость контроля и сертификации продукции требованиям лётной годности и её поддержание организациями, отвечающими за техническую эксплуатацию ВС. Эксплуатирующая организация должна использовать не только ВС, но и системы его технической поддержки вплоть до нормативной документации. В период использования ВС конструкторская организация осуществляет мониторинг его состояния, для того что бы в нужный момент принять меры по устранению причины возникновения неисправностей его

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

жизненно важных систем [9].

В результате принятия 101-ой поправки ИКАО понятие о безопасности воздушного движения существенно изменилось. Так, если до принятия поправки за безопасность воздушного движения несла ответственность только лишь эксплуатирующая организация, то теперь такой же ответственностью обладает и конструкторская организация, которая обязана проводить анализ технического состояния ВС. Таким образом, разработчик должен обеспечить качество воздушного судна,остающееся постоянным при функционировании в максимально-неблагоприятных условиях эксплуатации. Для этого ВС испытывают в условиях подобного рода, результатом чего является расширение возможностей ВС, выявляемых при эксплуатации, при сохранении определённого уровня его безопасности .

Контроль на предприятиях, разрабатывающих ВС со стороны государства является неотъемлемой частью процесса производства воздушного судна после принятия 101-й поправки ИКАО.

Таким образом, в отчёте комиссии ИКАО 2015 г. было замечено, что состояние безопасности полётов в России существенно улучшилось по сравнению с предыдущими годами и превышает средний уровень проверок подобного рода в странах, входящих в состав ИКАО. Также было отмечено, что рекомендации, полученные от специалистов, входящих в состав ИКАО, были учтены и стали основой совершенствованиязаконодательной деятельности регулированию отрасли, авиации [10 - 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|

Обоснование применимости аэронавигационных систем для повышения безопасности авиаперелётов ниже северного полярного круга РФ

На сегодняшний день потребность в воздушном транспорте велика, следствие этого – высокая загруженность воздушных трасс.

Современные аэронавигационные системы, позволяют обеспечить качественное использование воздушного пространства.

Концепция, включающая в себя сочетание технологий, носит название системы связи навигации и наблюдения/организации воздушного движения (Communication, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management)CNS/ANM, определила требования систем аэронавигации. Данная концепция была создана комитетом FANS,работа которого направлена на разработку и создание системы, позволяющей устранить все причины проблемы безопасности воздушного движения. Основная цель концепции состоит в разработке и создании системы аэронавигации, удовлетворяющей возрастающей необходимости в воздушных перелётах и реализует при этом следующее:

– повышать степень безопасности воздушного движения;

– увеличивать количество полетов;

– повышать качество использования воздушного пространства и аэропортов в целом;

– уменьшение различий в предъявленных требованиях и стремление к единому соответствию в строении авиационной аппаратуры.

Концепция, утверждённая в сентябре 1991 г.CNS/ATM,ставит

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

своей целью создание систем, обеспечивающих связь на трассах «воздушное судно – Земля – воздушное судно». Одной из подобных систем является адресно-отчётная система аэронавигации ACARS. ACARS – это система цифровой связи используемая в авиации для передачи ограниченного объёма полётной информации на трассе «воздушное судно – наземная станция». Система ACARS работает в диапазоне УКВ, использует провайдеры ARINC и SITA, а также имеет функцию передачи сообщений через системы спутниковой связи как низкоорбитальные (Iridium), так и высоко орбитальный (Inmarsat).

Концепция CNS/ATM технически выдвигает требования такого рода, что большая часть составляющих компонентовCNS/ATM рассчитывается на работу с использованием действующей на данный момент инфраструктуры, имеющейся в стране [12 - 13].

В Российской Федерации оценивается тенденция совершенствования единой системы воздушного движения через использование её в системы аэронавигации и наблюдения РФ. Данное обстоятельство ставит своей задачей создание системы аэронавигации, удовлетворяющей высокому уровню качества. Это не позволит рационально использовать воздушное пространство Российской Федерации всеми пользователями, что существенным образом повысит как общую безопасность, так и экономическую составляющую аэронавигационного количества всего государства.

Для приоритетных направлений был утверждён план создания и реализации Системы аэронавигации Российской Федерации до 2025 года (рисунок 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|

Рисунок 4. План развития АНС России

Среднесрочный план (до 2017 года) включает в себя:

- переход от обще принятых к устоявшимся бортовым и спутниковым ССС: наблюдения, навигации, связи; поиска и спасения; аэронавигационной информации; метеорологического обслуживания;

- принятие и внедрение перспективных технологий единой системы воздушного движения в отдельных частях РФ;

- прогнозирование и повышение общей безопасности воздушного движения с учётом роста его объёмов;

- внедрение системы аэронавигационной службы в евразийскую систему аэронавигации;

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

- внедрение возможностей технических средств, включающих создание мер по принятию полетно-информационного обслуживания;

Долгосрочный план (до 2025 гг.) включает в себя:

- переход к средствам, технологиям, обеспечивающим автоматизированное воздействие компонентов системы аэронавигации;

- разработку встроенной системы безопасности воздушного движения, основывающейся на средствах разрешения конфликтов, как наземных, так и бортовых;

- внедрение способа«свободных полетов» и его интеграции в аэронавигационную систему мира [14-16].

Внедрение средств наблюдения позволит уменьшить минимумы эшелонирования и повысить уровень безопасности полетов, увеличив при этом пропускную способность воздушных коридоров. Данные факторы могут быть обеспечены за счет введения наблюдения в тех районах, где отсутствуют первичные или вторичные радиолокаторы.

В Российской Федерации с *её большой территорией и соответственно большом количестве рейсов воздушной авиации, составляющих 7000 рейсов в сутки. Это означает, что существует потребность в гарантированной, устойчивой связи воздушного судна с диспетчером.*

Трассы движения ВС ниже северного полярного круга РФ, показанные на рисунке 5, это рейсы российских и международных авиакомпаний. Ввиду большойплотности авиа перелётов над территорией РФ, статистические данные по основным аэропортам приведены в таблице 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

Статистические данные за 2016 г.

Название аэропорта	Число рейсов в сутки	Число рейсов в год тыс.	Число пассажиров за год мл.
Домодедово	356	253,5	30,5
Внуково	116	34,6	17,8
Шереметьево	310	218,3	34,3
Пулково	298	96	16,7
Кольцово	190	156	7,4
Сочи	150	65,9	5,4
Толмачёво	164	59,3	4,5
Краснодар	82	8,5	3,5
Владивосток	68	6,5	1,9

Рисунок 5. Трассы движения ВС в северных широтах РФ

Рассмотрение налаживания связи воздушное судно – спутник – Земля особенно актуально для районов с большой плотностью

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

воздушного движения, и таких городов как Москва, Санкт-Петербург, Нижний-Новгород, Сочи, Владивосток. Но при этом нельзя забывать об городах с малой численностью воздушных авиа перелётов.

Системы спутниковой связи Ямал позволяют покрыть территорию РФ при помощи спутников связи Ямал 300К и Ямал 401 (рисунок 6 – 7).

Основываясь на постоянно увеличивающимся количестве воздушных перевозок грузов и пассажиров (ниже северного полярного круга РФ), а также на большом количестве чрезвычайных ситуаций, можно сделать вывод, что на сегодняшний день ситуация, сложившаяся в организации воздушного движения, требует повышения его безопасности в соответствии со 101-й поправкой ИКАО.

Данные требования могут быть выполнены путем установки на ВС средств аэронавигации, позволяющих передавать полётную информацию, имеющих функции приёмо-передачи сообщений и возможности получения информации о движении самолета (определение его местоположения, скорости движения, курса, высоты).

В связи с наложенными санкциями на РФ, в 2015 году в различных отраслях жизнедеятельности, нацеленными на уменьшение влияние России на международной арене, существует необходимость импорта-замещения в виду того, что санкции могут быть продлены или наложены непосредственно на космический сегмент. Поэтому целесообразным решением, является модернизация средств аэронавигациидля передачи данных через Российские системы спутниковой связи.

В Российской Федерации на сегодняшний день не существует ни одной системы спутниковой связи, которая могла бы обеспечить связь

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

над территорией России и мира в 100% времени, но существующие системы, их темпы и планы развития на следующие годы весьма перспективны для появления принципиально иной системы, востребованной на рынке аэронавигационных услуг.

Целесообразным решением является выбор той ССС, которая отвечает критерию обеспечения устойчивой связи ниже северного полярного круга в РФ 24 часа в сутки, ввиду большой плотности движения авиации, в данном районе, в любое время суток.

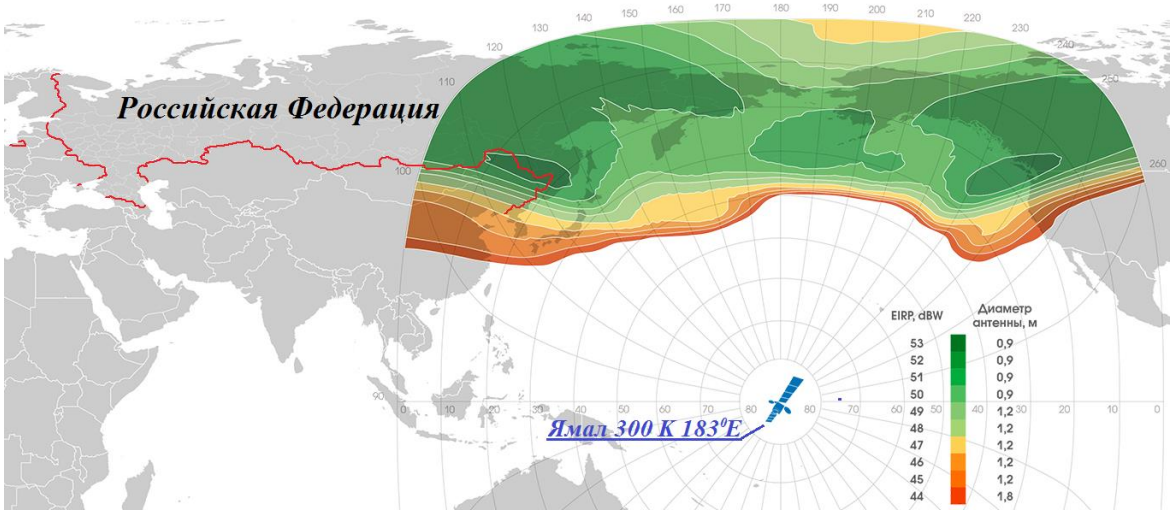


Рисунок 6. Карта покрытия территории спутником Ямал 300К

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

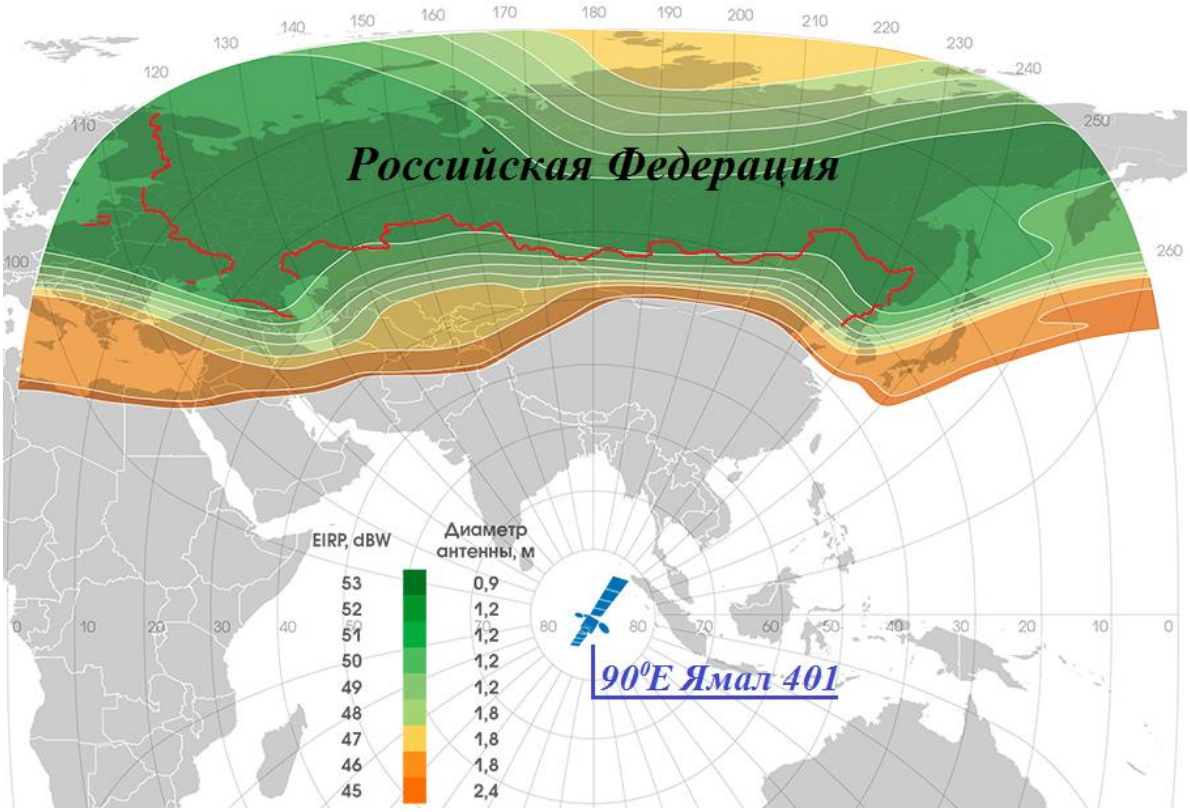


Рисунок 7. Карта покрытия территории спутником Ямал 40

Одной из таких систем спутниковой связи, обеспечивающей устойчивую связь 24 часа в сутки, является система спутниковой связи Ямал – геостационарная система, которая обеспечивает полное покрытие территории РФ.

Для организации связи через спутники Ямала, ниже северного полярного круга в Российской Федерации необходимо использовать два спутника связи: Ямал 300К (рисунок 6) и Ямал 401 (рисунок 7).

Использование спутников связи Ямал 300К и Ямал 401 для организации связи Борт – Земля (через ССС) позволит обеспечить покрытие территории Российской Федерации (рисунок 7) и плавный хендовер.

Решение использования отечественной спутниковой 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|

связи станет не только политически важным шагом, подчеркивающим независимость и самостоятельность страны в космическом секторе, а также экономическим решением, результатом которого будет сохранение денежных средств российских авиакомпаний в пределах государства, что позволит увеличить его экономический потенциал.

Библиографический список

1. Конюхов В. Н. Основы телемедицинских систем: учеб. пособие [Текст] / В. Н. Конюхов. – Самара: СГАУ им. С. П. Королёва, 2012. – 103 с.

2. Кипенский А. В. Электрокардиография: учеб. пособие [Текст] / А. В. Кипенский, В. Н. Шамардина, Д. М. Дейнеко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 52 с.

3. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPENFLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции– Казань., 2017. – 35 - 37 с.

4. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

5. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных

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

трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

6. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

7. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного моделирования системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

8. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

9. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское

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

приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

10. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

11. Хмелевская, А.В. Сравнительный анализ наиболее распространенных программных комплексов моделирования телекоммуникационных сетей применительно к задаче изучения дисциплин по направлению «Инфокоммуникации» / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Материалы докладов IV региональной заочной научно-практической конференции "ИИС-2016" «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы». – 2017. – С. 189-203

12. Коптев, Д. С. Общая структура OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Инновационные процессы в научной среде». – 2017г. – С. 118 – 120.

13. Коптев, Д. С. Структурно – функциональная модель OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Современный взгляд на будущее науки». – 2017г. – С. 35 – 37.

14. Коптев, Д.С. Сравнительный анализ наиболее

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

перспективных стандартов беспроводных сетей связи / Д.С. Коптев, А.Н. Щитов, А.Н. Шевцов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. - №1. – С. 185 – 191

15. Коптев, Д.С. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OPENFLOW / Д.С. Коптев, И.Г. Бабанин // Сборник научных статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции: в 2 частях «Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения». – 2016. – С. 183-193

16. Бабанин, И.Г. Исследование целесообразности применения средств компенсации дестабилизирующих факторов в спутниковом радиоканале при передаче сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией различной позиционности / И.Г. Бабанин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, А.А. Токарева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 4 (17). – С. 30-34.

17. Шевцов, А.Н. Обеспечение безопасности с точки зрения проверки прав доступа к ресурсам (AAA) / А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, Д.С. Коптев, Д. К. Никандрова // Сборник научных трудов по материалам I международной научно – практической конференции «Современные технологии в науке и образовании: проблемы, достижения, перспективы». – 2016. – С. 105 – 108.

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 614.2.691

Щитов А.Н. Анализ опыта зарубежных авиакомпаний в области безопасности полетов

Analysis of the experience of foreign airlines in the field of flight safety

Щитов Алексей Николаевич,
магистрант кафедры космического приборостроения и систем связи
Юго – Западного государственного университета,
г. Курск, Россия,
a.n.schitov@mail.ru
Shchitov Alexey Nikolaevich,
Master of Science in the Department of Space Instrument Engineering and Communication Systems of Southwestern State University,
Kursk, Russia,

Аннотация. За последние десять лет объём авиа перелётов, как пассажиров, так и грузов постоянно увеличивался. Данное обстоятельство стало причиной увеличения нагрузки на аэропорты и воздушные трассы. Требования безопасности неуклонно ужесточаются. Прежние системы регулировки авиаперелётов в меньшей степени удовлетворяют новым предписаниям. Мировое сообщество на сегодняшний день заинтересовано в разработке новых перспективных систем, удовлетворяющих более жестким требованиям.

Качество функционирования системы аэронавигации является определяющим звеном в повышении безопасности и эффективности авиаперелётов.

Как российские, так и иностранные правила эшелонирования вместе с использованием систем наблюдения, осуществляют обслуживание воздушного движения, регулируя временные интервалы между ВС. При совпадении значений минимальных интервалов, ограничиваемых правилами, наблюдаемые на индикаторе лётной обстановки расстояния, в соответствии с международными правилами, не могут быть меньше расстояния, рассчитываемого в соответствии с российскими нормами эшелонирования. Отсюда следует, что при равенстве отклонений положений ВС от номинальных значений, как для российских, так и для международных норм, безопасность авиаперелётов применительно к задаче эшелонирования, должна быть одинаковой.

Необходимо отметить, что вышеприведенное утверждение не является частью правил эшелонирования, так как российские и международные правила регулируют одни и те же интервалы для полётов на равных высотах. Для проведения оптимального сравнения правил эшелонирования, с точки зрения критерия надёжности, необходимо оперировать одними и теми же характеристиками, такими как точность систем наблюдения и навигации, скоростные характеристики воздушных судов.

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 вышеприведенной особенности функционирования радиолокационных станций уместно сделать вывод о наличии проблем, заключающихся в необходимости применения дополнительной технологии, позволяющей осуществлять наблюдение за ВС в труднодоступных районах [1].

Бесперебойная и качественная связь между воздушным судном и наземными станциями крайне важна в авиации. В данном случае радиосвязь – это не только средство обмена речевой информацией между диспетчером и пилотом, но и передача полётной информации, необходимой для успешного перелёта ВС от пункта А в пункт Б.

Практически любую информацию с помощью радиосвязи можно передать голосом, однако в районах с высокой интенсивностью воздушного движения не хватило бы частот в авиационном диапазоне.

Существенным недостатком радиосвязи является крайне высокая вероятность ошибки вследствие влияния различного рода помех. Данное обстоятельство ухудшает качество восприятия речевой информации, что, безусловно, худшим образом влияет на безопасность полётов.

Ключевые слова: Aeronautical Radio, Incorporated (Стандарт на компьютерную шину для применения в авионике), Communication, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management (Связь навигация наблюдение/организация воздушного движения), Controller–pilot data link communications (Обмен данными по каналу контроллер-пилот), Flight Information Services-Broadcast (Информационные службы полетной информации – трансляция), адресно-отчётная система авиационной связи (ACARS), автоматическое зависимое наблюдение-вещание (ADS-B), автоматического зависимого наблюдения координат (ADS-C), автоматическое зависимое наблюдение в режиме радиовещания (ADS-R).

Abstract. Over the past ten years, the volume of air travel, both passengers and cargo has constantly increased. This circumstance caused the increase in the load on airports and air routes. Security requirements are steadily tightening. The former air traffic control systems meet new requirements to a lesser degree. Today the world community is interested in developing new promising systems that meet more stringent requirements. The quality of the functioning of the air navigation system is the determining factor in improving the safety and efficiency of air travel.

Both Russian and foreign separation rules, together with the use of surveillance systems, provide air traffic services, adjusting the time intervals between aircraft. If the values of the minimum intervals limited by the rules are the same, the distance observed in the flight distance indicator, in accordance with international rules, can not be less than the distance calculated in accordance with Russian separation standards. It follows that if the deviations of the aircraft from nominal values are equal, for both Russian and international standards, the safety of air travel in relation to the separation task should be the same.

It should be noted that the above statement is not part of the separation rules, since Russian and international rules regulate the same intervals for flights at equal heights. To perform an optimal comparison of separation rules, from the point of view of the reliability criterion, it is necessary to operate with the same characteristics, such as the accuracy of surveillance and navigation systems, the speed characteristics of aircraft.On the basis of the above-mentioned peculiarities of the functioning of radar stations, it is appropriate

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 conclude that there are problems that require the use of an additional technology that makes it possible to monitor the aircraft in hard-to-reach areas [1].

Uninterrupted and high-quality communication between the aircraft and ground stations is extremely important in aviation. In this case, radio communication is not only a means of exchanging voice information between the dispatcher and the pilot, but also the transfer of flight information necessary for the successful flight of the aircraft from point A to point B.

Practically any information by means of radio communication can be conveyed by voice, however, in regions with a high air traffic intensity there would not be enough frequencies in the aviation range.

An essential drawback of radio communication is the extremely high probability of error due to the influence of various types of interference. This circumstance worsens the quality of perception of speech information, which, of course, has a worse effect on flight safety.

Keywords: Aeronautical Radio, Incorporated, Communication, NAVIGATION, Surveillance / Air Traffic Management, Controller-pilot data link communications (Data exchange via controller-to- Pilot, Flight Information Services-Broadcast, ACARS, Automatic Dependent Surveillance (ADS-B), Automatic Dependent Surveillance (ADS-C), Automatic Dependent Surveillance (ADS-B) monitoring in radio mode schaniya (ADS-R).

Ввиду увеличения темпов воздушного движения встаёт необходимость поддержания постоянной связи с экипажем ВС, для координации полёта, а также получения от экипажа и обратной передачи необходимой информации о погодных условиях, состоянии взлётно-посадочной полосы, а также сведений, оказывающих влияние на безопасное движение авиации.

Один диспетчер не в состоянии поддерживать связь по радиосвязи персонально с каждым воздушным судном, находящееся под его контролем, необходимо отметить, что оповещение такого типа несёт в себе множество ошибок, из-за трудности восприятия информации на разных языках (преимущественно на английском). Поэтому в конце XX вв. начали отдавать всё большее предпочтении цифровым видам оповещения экипажей воздушных судов. Так, в 1980-х гг., крупные международные аэропорты стран мира начали использовать процедуру

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

ATIS (Automatic Terminal Information Service) службу автоматической передачи информации в районе аэродрома.

Изначально для оповещения авиации использовали звуковую запись, которую записывал диспетчер и отправлял на ВС, с развитием цифровой техники начали использовать цифровые формирователи сообщений.

В аэропортах международного значения информация, передаваемая при помощи ATIS, вещалась на двух языках, на английском и на языке государства. Если пилоту не удавалось разобрать какой-то фрагмент передаваемого сообщения, ему приходилось прослушивать всё заново, данное обстоятельство доставляло существенные неудобства экипажу ВС. Для облегчения восприятия информации некоторые аэропорты практиковали раздельную передачу сообщений на двух языках, каждое из сообщений имело свою частоту. В таком случае пилот вправе сам был выбирать сообщение на более понятном для него языке. Данное обстоятельство облегчало деятельность пилотов ВС, но не устраняло проблему в целом. Для более точного восприятия информации одному из пилотов приходится прослушивать информацию по 3 – 4 раза, причём в течение данного времени вся ответственность за пилотирование воздушного судна лежит на втором пилоте, так как первый будет занят прослушиванием информации, передаваемой в сообщении [1].

Если обратиться к тому факту, что погода в районе взлётно-посадочной полосы не стабильная и меняется каждые 5 – 10 минут, то диспетчер вынужден постоянно обновлять информацию, передаваемую в сообщении, что отрицательно сказывается на работе пилота. Таким образом, передача цифровой информации удобной как для получателя

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

(экипажа воздушного судна), так и для отправителя (диспетчера) является неотъемлемой задачей в организации безопасности воздушного движения.

Сообщения, передаваемые с помощью системы ACARS, делятся на два типа:

- «Downlink» – передача информации с воздушного судна на Землю;

- «Uplink» – передача информации с Земли на ВС.

Следует заметить, что все сообщения, передаваемые через систему ACARS, не имеют жёсткой структуры и правил их формирования, каждая авиакомпания формирует удобное для неё сообщение. Необходимо заметить, что взаимодействие диспетчера с пилотом по схеме разрешение/информация/запрос, позволяет определить эшелонирование для каждого ВС: маршрут, отклонение от него и скорость ВС. Пилот имеет право посылать сообщения об авариях, запрашивать необходимую для него информацию и передавать полётную информацию диспетчеру. Но такая схема организации передачи сообщений не соответствует правилам организации связи «диспетчер – пилот».

Передаваемые сообщения имеют свою атрибутику, каждое сообщение сопровождается своими атрибутами (срочность, стадия тревоги и ответ).

Срочность сообщения оказывает влияние на очерёдность отображения сообщения получателю.

Стадия тревоги выявляет на тип тревоги, необходимый при приёме сообщения.

Ответ определяет степень быстроты обратного ответа.

Для того что бы сообщение было отправлено, 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|

- произвести выбор получателя сообщения;
- выбрать нужное сообщение на дисплее для ответа на него;
- передать сообщение.

Таким образом, организация передачи сообщений такого типа позволит устранить недостатки, возникающие при передачи голосовых сообщений.

Основной моделью ANT для связи типа: ВС – Земная станция, является бортовая система адресации и передачи данных. Схема организации передачи информации при помощи системы ACARS изображена на рисунке 1.

Рисунок 1. Приём передача сообщений ACARS на борту ВС

Основные технические параметры системы ACARS представлены в таблице 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

Технические параметры системы ACARS

Название	Параметр
Диапазон частот	VHF (134 – 174 МГц)
Режимы работы	CSMA/CD packet ARQ system
Модуляция	8 PSK
Скорость передачи информации	2400 Бод
Центральная частота	130 Гц
Формат (ы) ввода	AF, IF
Чувствительность приёмника	минус 120 дБ/Вт
Дополнительная информация	ITA-5 с контролем четности и блоком кодирования
Частоты функционирования ACARS в Европа, МГц	131.725, 131.525, 131.825
Частоты функционирования ACARS в США, МГц	131.550, 130.025, 129.125, 131.475, 130.450, 131.125, 136.700, 136.750, 136.800
Частота функционирования ACARS в Японии, МГц	131.450
Диапазон рабочих температур ^{0}C	минус 40 до плюс 60

Система ACARS состоит из антенны всенаправленного действия, УКВ и АМ приемников. Передаёт данные через наземные станции (провайдеры ARINC и SITA), и систему спутниковой связи Iridium.

Сообщения в ACARS делятся на две категории:

- категория типа A, при использовании которой ВС передаёт свои сообщения на все ВС;

- категория типа B, позволяет ВС отправлять информацию только на одну наземную станцию.

Сообщения от наземной станции будут передаваться в том случае, когда канал передачи информации будет свободен. При одновременной передаче канал освобождается обеими станциями и новые интервалы времени передачи определяются случайным 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|

При приёме сообщения земной станцией оно проверяется и, если при его проверке выявляются существенные ошибки, экипаж воздушного судна не сможет получить данное сообщение и будет направлен перезапрос. А также экипаж ВС будет уведомлен о неправильной передаче сообщения.

Необходимо заметить, что сообщения ACARS являются аналоговыми, а сообщения цифровой части системы ACARS получившего название CPDLC (Controller–pilot data link communications) являются цифровыми.

Следует отметить, что CPDLC имеет меньшие ограничения нежели система ACARS, так как, несмотря на то, что существует система приоритетности сообщений, риск неправильной передачи какого-нибудь из них всегда присутствует, причём его доля весьма велика.

В случае цифровой передачи информации риск неправильного приёма весьма высок, ввиду данной особенности, разрабатываются методы повышения передачи, один из которых является помехоустойчивое кодирование.

Система ACARS применяется для ВС малой и большой авиации, может передавать полётную информацию как через наземные станции (серверы ARINC и SITA), так и через ССС (системы спутниковой связи) как низко, так и высокоорбитальных группировок [4].

Адресно-отчётная система авиационной связи ACARS

Система ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System**)** или адресно-отчетная система авиационной связи способна

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

осуществлять обмен сообщениями между воздушным судном и наземной станцией в закодированном или текстовом виде, сообщение, которое пользователь может увидеть на дисплее или распечатать на специальном принтере.

На сегодняшний день технология ACARS нашла своё применение в таких областях связи как:

- связь между операционным отделом авиакомпании и экипажем (на борт может передаваться план полета, центровочные документы, списки пассажиров и любая другая информация, касающаяся выполнения рейса, с борта может предаваться любая информация и запросы, например, экипаж может заранее запросить информацию о выходах на посадку для трансферных пассажиров или сообщить в авиакомпанию о неисправности воздушного судна).

- формулировка автоматизированных сообщений для авиакомпании с некоторой периодичностью либо при определённом событии: сообщения о взлете или посадке, сообщения с координатами воздушного судна (точность определения ВС 5 м.), об остатке топлива. Весьма полезными для авиакомпании являются сообщения о неисправностях на борту позволяющие организовать технический осмотр тем самым на раннем этапе выявить имеющиеся неисправности. Сюда же следует отнести получение сводок о погоде. Известен сервис D-ATIS, представляющий возможность получить сообщения с планом полёта, показанные 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|

```
[20111103 084404]
#M1BREQPWI/WQ360.340.320.300:FI.TOMSU.HAB.ARDEL.TD.
PIREM.ARLAS.NULAR.TONIN.KANSU.MALSO.TENAS.NOMEX.
KAE.JINBU.KARBU.ENKAS.CHITO.DANSO.SOT.AJUSI.PULUN.
INR18.RIVER.INR10.RW33R.NCN05.RONJI/DQ3482B4A
```

Рисунок 1. Сводка фактической погоды, полученная по ACARS

Одна из самых важных функций ACARS среди пилотов получение и распечатывание на принтере в кабине ВС независимо от расстояния до аэродрома, необходимой информации о погодных условиях, на взлётно-посадочной полосе. Так же следует отметить, что диспетчер сам может включить систему и получить нужную ему информацию.

ACARS функционирует следующим образом: радиостанция системы авиационной связи переключается в DATA-режим (передача и приём данных), лётчик, в свою очередь, не должен выбирать частоту, так как они все запрограммированы в зависимости от полётного региона [2].

С помощью пульта FMS пилот осуществляет набор сообщения и выбор адреса отправки. Кодер осуществляет преобразование сообщения в тональный вид и передачу его на Землю где оно декодируется и обрабатывается. Аналогичным образом сообщения отправляются с Земли на борт, где предусмотрена возможность их распечатки с помощью специального принтера или вывод на дисплей (рисунок 2). Сообщения, передаваемые с Земли на борт, называются UPLINK, а с борта на Землю – DOWNLINK.

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. Сообщение D-ATIS, распечатанное на бортовом принтере и отображённое на дисплее

Кроме УКВ радиосвязи в системах аэронавигации может применяться спутниковый канал передачи данных.

Основные технические параметры системы ACARS представлены в таблице 1:

Таблица 1

Технические параметры системы ACARS

Название	Параметр
Диапазон частот	VHF (134 – 174 МГц)
Режимы работы	CSMA/CD packet ARQ system
Модуляция	8 PSK
Скорость передачи информации	2400 Бит
Центральная частота	130 Гц
Формат (ы) ввода	AF, IF
Чувствительность приёмника	минус 120 дБ/Вт
Дополнительная информация	ITA-5 с контролем четности и блоком кодирования
Частоты функционирования ACARS в Европа, МГц	131.725, 131.525, 131.825
Частоты функционирования ACARS в США, МГц	131.550, 130.025, 129.125, 131.475, 130.450, 131.125, 136.700, 136.750, 136.800
Частота функционирования ACARS в Японии, МГц	131.450
Диапазон рабочих температур C^0	минус 40 до плюс 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|

ACARS – сервис предоставления коммерческих услуг для авиакомпаний, заключивших договор с определённым провайдером. На сегодняшний день их два ARINC и SITA, имеющих наземную радио сеть и специализированное программное обеспечение.

ARINC получило своё развитие в США, тогда как SITA – компания европейского уровня. Сеть покрытия обоих провайдеров занимает равные площади, изначальное деление потенциальной аудитории сохраняется и сегодня.

Дальность радиодоступа при УКВ ограничена линией горизонта, откуда зона охвата базовой станции равна приблизительно 300 – 350 километрам, при высоте подъёма до 10000 метров. Именно из этого условия становится возможным расчёт определяемой области связи. Территория РФ не имеет полного покрытия, особенно это касается зауральских областей. Провайдеры SITA и ARINC являются потенциальными организаторами сети передачи, в указанных областях постоянно увеличивающими количество базового станционного оборудования на российской территории, рисунок 3.

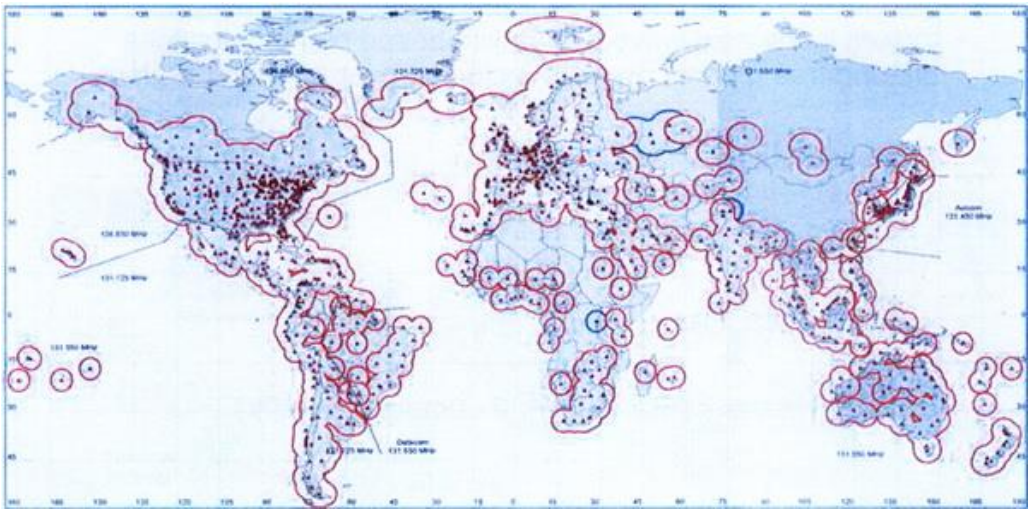


Рисунок 3. Примерная карта покрытия станций компании SITA (2015 год)

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

ACARS функционирует, используя такие системы спутниковой связи, как Iridium и Inmarsat. Использование спутников делает глобальной зону охвата, однако повышает стоимость совокупности приёмопередающего оборудования и каналов передачи. Данный аспект не позволяет окончательно отказаться от радиостанций УКВ диапазона, так как стоимость одного сообщения оказывается дешевле в несколько раз [3-4].

2.2 Автоматическое зависимое наблюдение-вещание (ADS-B)

Автоматическое зависимое наблюдение-вещание, ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast), представляет собой технологию, внедряющуюся сегодня по всему миру.

Технология ADS-B позволяет реализовать следующий принцип «каждый видит каждого», что может позволить свести к минимуму возможные конфликтные ситуации в режиме полёта. В режиме полета диспетчер поддерживает связь с воздушным судном, получая при этом план полёта, координаты и высоту, а также ряд технических параметров. На дисплее в кабине ВС отображается информация, не только передающаяся с Земли, но и та, которая передаётся с других ВС. Связь осуществляется через наземные станции. Возможен вариант организации связи через спутник.

Основу системы составляет телекоммуникационное оборудование, установленное на борту воздушного судна, особенностью которого является ежесекундная передача своих координат во всё время полёта.

ADS-B позволяет отображать движение ВС на радарах, информировать о метеорологической обстановке пилотов, определять скорости

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

самолёта, высоту, координаты, направление движения, полётный номер [5-7].

Сообщения ADS-B передаются в диапазоне частот (1081 – 1093 МГц).

Концепция ADS-B включает в себя четыре системы обслуживания, краткая характеристика которых приведена в таблице 2.

Таблица 2

Системы обслуживания ADS-B

Система обслуживания	Краткая характеристика
ADS-B	Передача данных для наземных станций, диспетчерских служб и других ВС.
ADS-R	Ретрансляция данных ADS-B для UAT.
TIS-B	Обнаружение летящих вблизи объектов, неоснащённых системой ADS-B.
FIS-B	Получение аэронавигационной информации графического вида, рисунок 4.

Рисунок 4. Пример представления воздушного пространства системой ADS-B

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

Выделяют три класса оборудования ADS-B.

Первый – приёмники ADS-B IN. Они получают данные о движении ВС и метеорологические параметры. Служба гражданской авиации США ограничило работу ADS-B следующим образом: наземные станции будут передавать данные в случае приёма информации хотя бы от одного транспондера находящегося на борту самолёта. Данные о режиме полёта не всегда доступны ADS-B IN приёмнику, тогда как метеорологическая информация постоянно обновляется помощью наземных станций [8-10].

Второй – ADS-B OUT трансмиттеры, передающие ADS-B данные и оснащённые функцией привлечения FAA ADS-B наземных станций, включая их в режим отправки трафика воздушного судна в зоне их действия.

Третий – ADS-B транспондеры, позволяющие принимать и передавать ADS-B данные.

Система ADS-B имеет множество преимуществ по сравнению с наземными радиолокационными станциями. Среди них: стоимость, высокая скорость обмена данными, точность позиционирования, чувствительность приёмного оборудования -110 дБ/Вт, наличие таких функций как возможность диспетчеру получать включать систему в нужный для него момент времени. ADS-B система функционирует с помощью сети радиостанций, которые отличаются простотой установки, чего нельзя сказать о радарах требующих всяческого обслуживания и дополнительного оборудования преобразования сигналов.

Полное покрытие территории – ещё одно очень важное преимущество ADS-B. Данная система допускает установку там, где радарные комплексы установить не является возможным [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|

ADS-B имеет высокую точность определения координат, что позволяет повысить эффективность лётного движения в районах с большим количеством воздушных трасс.

Система ADS-B удобна для пилотов в плане общего информирования (пилоты осведомлены в той же степени что и диспетчеры).

Преимущества ADS-B:

- ADS-B технология являются основой потенциально развивающихся систем управления воздушным движением;

- использование существующих цифровых коммуникаций позволяет осуществлять связь достаточно быстро и без особых затрат;

- глобальная зона охвата (более 100 км.), позволяющая минимизировать возможные конфликты между судами, чьи траектории воздушного движения достаточно близки;

- повышение авиационной безопасности, с помощью реализации таких функций как автоматический вызов или предупреждений о неминуемом столкновении на взлетно-посадочной полосе;

- низкая стоимость;

- высокая точность (до 7 метров);

- большая скорость обновления данных;

- масштабирование и адаптация позволяющая использовать систему в авиации общего назначения. Это позволит обеспечить эффективное наблюдение, как в воздушном, так и в наземном пространстве аэропорта, где применение радаров невозможно [12].

- возможность получения информации о рейсах, а также графического отображения метеорологической обстановки.

Однако система ADS-B обладает следующими недостатками:

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

- зависимость от надлежащей оснащенности необходимыми техническими средствами для всех судов;

- необходимость сертификации средств, позволяющих получать информацию о скорости и координатах;

- существующие установки при получении данных о местоположении и скорости полагаются исключительно на GNSS. Поэтому возможны отказы в случаях, когда уровень характеристик или геометрия спутниковой группировки недостаточны для поддержки того или иного вида применения. Этот недостаток должен быть устранен в будущих системах, позволяющих интегрировать информацию GNSS с данными от других навигационных датчиков.

Система ADS-B устанавливается как на суда малой и большой авиации работает через станции, расположенные на Земле, так и через спутниковый сегмент. Система похожего типа может быть применена для интегрирования её с ССС РФ.

Система мультилатерации MLAT

Система мультилатерации Multilateration (MLAT) является кооперативной системой слежения нового уровня. Она используется с оборудованием вторичной радиолокации и не нуждается в дополнительной бортовой аппаратуре. MLAT гарантирует высокую точность определения местоположения траектории, сравнимую с моноимпульсными вторичными обзорными радиолокаторами. Интерес вызывает такая возможность MLAT как 3D слежение.

Система мультелатерации состоит из ряда приёмных и обрабатывающих станций, а также станции ответчика, всё это в совокупности

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 пассивную многопозиционную радиолокационную станцию. Система MLAT позволяет определять местонахождение ВС из-за разницы во времени пребывания сигналов, которые отсылаются как минимум на три вышки передатчиком, установленном на воздушном судне.

Система гиперболического позиционирования включает ряд антенн, на которые поступает сигнал, после чего, центральный процессор определяет местоположение ВС на основании построения гиперболоидов, которые сроятся по данным полученным от различных антенн.

Таким образом, разница во времени пребывания сигнала (TDMA) является местом нахождения ВС. Для определения координат и высоты ВС над уровнем моря необходимо не менее четырёх вышек, при поступлении сигнала на которые будет рассчитываться пересечение результирующих гипербол, что позволит дать необходимый результат.

Также существуют двумерные системы определения координат воздушного судна. Ситуация подобного рода возникает тогда, когда имеются только 3 антенны, из-за чего становится невозможным определение местоположения ВС в 3D виде. Для этого прибегают к известным данным высоты, на основании которых рассчитывают местонахождение ВС.

Если для определения местоположения и координат ВС можно задействовать более четырёх антенн, то дополнительная информация в основном используется для определения среднего местонахождения ВС по всем её положениям. Причём такое местонахождение имеет суммарно значительно меньшую погрешность. На рисунке 5 изображён пример такой ситуации [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|

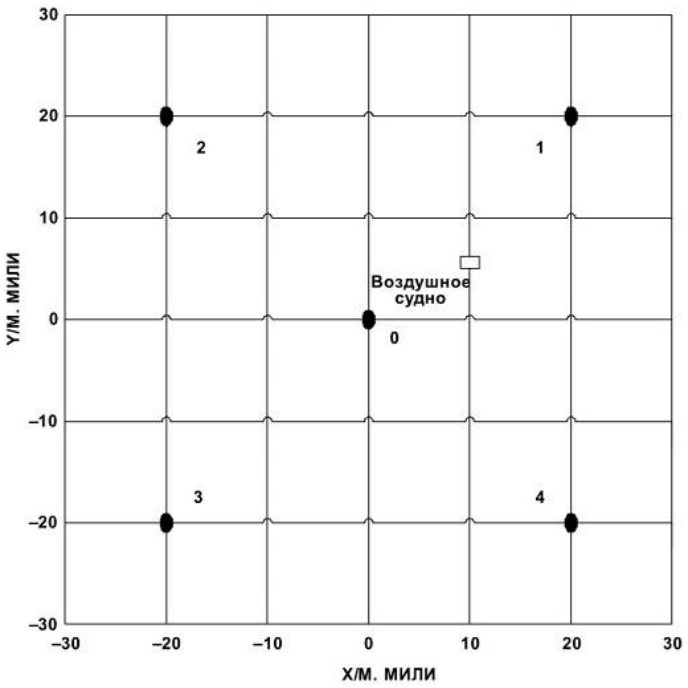


Рисунок 5. Схема из пяти приемных станций, система WAM, включающая пять приемных станций (с номерами 0–4)

Если представить, что информационные сигналы принимаются всеми приёмными станциями, то первые три диаграммы, изображённые на рисунке 10, будут изображать гиперболоиды, которые соответствуют временным сигналам TDMA на 0-2, 0-4 и 0-3 станциях. А станция 0-1, производит расчёт вех пересекающихся гиперболоидов, на основании которого и определяется местонахождение ВС.

Необходимо отметить, что в результате вычислений может получиться несколько решений, ввиду того, что гиперболоиды могут иметь несколько точек пересечения. На точность рассчитываемой информации в системе мультелатерации существенно влияет выбор мест расположения принимающих станций. Так в момент, когда ВС находится над

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

двумерной зоной в зоне принимающих антенн, точность системы составляет менее 10 м. Но в момент, когда ВС выходит из зоны и удаления от вышек, принимающих информационные сигналы точность определения координат ухудшается в разы [14-15].

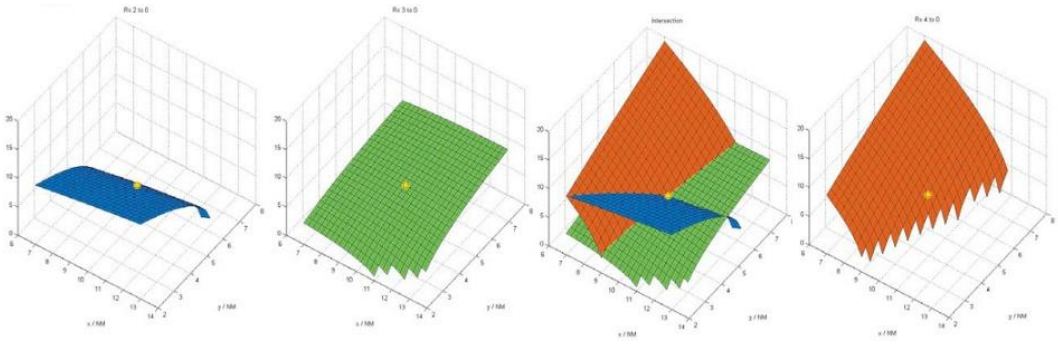


Рисунок 6. Пересекающиеся гиперболоиды

Следует заметить, что точность системы мультератерации не зависит от зоны действия и не имеет линейной зависимость от её размеров. Точность определения координат системой MLAT зависит от местонахождения ВС относительно станций приёма и точности определения получения сигнала на каждой из станций.

Архитектура системы мультелатерации для наблюдения за ВС в целях его глобального позиционирования 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|

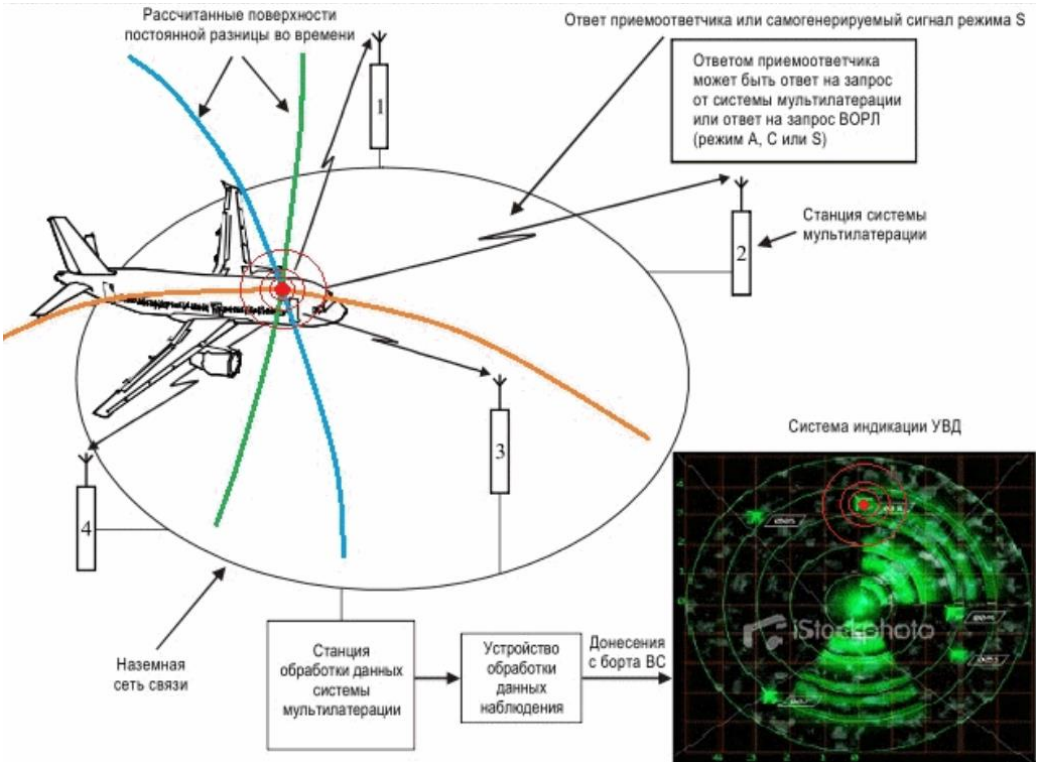


Рисунок 7. Архитектура системы глобального позиционирования для наблюдения за воздушным судном

Системы глобального позиционирования делятся на две категории, активные и пассивные системы мультелатерации. Пассивные системы состоят из приёмника сигналов, активные системы состоят из нескольких антенн принимающих сигналы от бортового приёмоответчика ВОРЛ. Основным преимуществом активных систем мультелатерации является их автономность от различных передающих устройств с борта ВС на Землю. Из недостатков следует отметить помехи, создаваемые системой на частотах 1030 МГц, 1090 МГц [14].

Следует отметить, что в системах MLAT приложения УВД делятся на в несколько направлений:

- приложения аэродромного назначения, используемые для управления ВС на Земле и в зоне аэродрома;

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

- обзор области воздушного пространства при заходе на посадку ВС и зональный обзор совместно с обзором радиолокационным;

- обзор области воздушного пространства при заходе на посадку ВС и зональный обзор без обзора с использованием средств радиолокации;

- совершенствование систем управления воздушным движением, включающее выборку некоторых параметров Reduced Vertical Separation minima or minimum (RVSM).

Специфические приложения мультелатерационного применяются для:

- мониторинга зоны аэропорта и информации, передаваемой ВС для средств УВД;

- ситуационной осведомленности;

- аэродромных операций, производимых при удовлетворительной видимости;

- контроля взлётно-посадочной полосы, когда происходит одновременный заход на посадку нескольких ВС;

- корректной работы других приложений: управление наклоном глиссады/управление порогом взлётно-посадочной полосы;

- предоставления информации, при помощи которой происходит контроль шумов;

- данных используемых в аэропорту;

- данных используемых на воздушной трассе;

- сопровождения полета;

- расширения осведомленности экипажей ВС (пометка преград, запрещенные зоны);

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

- расширенный план полёта для повышения точности обзорных и поисковых действий.

Основные технические характеристики системы мультелатерации, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики мультилатерационной системы

Параметр	Значение
Зона действия одной станции:	
Дальность	50-80 км
Азимут	360^0
Высота	0-20 км
Производительность	До 500 отслеженных целей
Точность определения местоположения:	
В аэродромной зоне	10 м (при высоте ЛА 300 м)
	15–20 м (при высоте ЛА 1000 м)
Трассовый обзор	Трассовый обзор 30 м (при высоте ЛА 11000 м)
Приёмник:	
Тангенциальная чувствительность	минус 120 дБ/Вт
Динамический диапазон	70 дБ
Диапазон частот	1030 – 1090 МГц
Передатчик:	
Импульсная мощность	700 Вт
Диапазон рабочих температур C^0	минус 40 до плюс 60

Преимущества системы мультилатерации:

- не требуется дополнительное оборудование на ВС для его определения, а также возможна работа с сигналами режимов A/C, S и сигналами ADS-B;

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

- так как система глобального позиционирования MLAT является модульной, то зону действия можно расширить при помощи включения дополнительных станций;

- большая точность и малое время обновления информации.

Недостатками системы MLAT являются:

- зависимость;

- правильного определения местоположения ВС от качества, принятого и распознанного сигналов несколькими вышками.

- необходимость наличия мест для размещения принимающих станций;

- необходимость линий, связывающих приёмопередатчики с центром обработки данных.

Система геопозиционирования MLAT является системой слежения за воздушными судами, предоставляет пилоту информацию в 3D виде и имеет быструю скорость обновления информации. Система мультилатерации работает через наземные станции. Данная система не подходит для интегрирования её со ССС РФ так как не может передавать ряд технических параметров ВС.

Система автоматического зависимого наблюдения координат ADS-C

Система ADS-C при помощи бортовой аппаратуры определяет своё местоположение, затем добавляя к данной информации план полёта и ряд основных технических характеристик передаёт их на Землю. Система автоматического зависимого наблюдения передаёт информацию на скорости 1600 бит/с в полосе частот 1065 – 1090 МГц.

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 того что бы организация воздушного движения могла получать информацию от ВС наземная система подписывает договор с ВС на котором установлена ADS-C. Информация с ВС по двухчастотной связи передаётся на Землю. Из-за такой передачи другим судам такая информация не доступна.

Система автоматического зависимого наблюдения координат в основном применяется в районах сильно удалённых от радиолокационных станций. Ввиду данной особенности ADS-C ориентирована главным образом на авиакомпании, эксплуатирующие ВС большой дальности, так как в данном случае система автоматического зависимого наблюдения координат позволяет производить более точное эшелонирование. Устройства ADS-C в основном используют совместно со средствами CPDLC (Controller–pilot data link communications), которые позволяют производить электронный обмен сообщениями, что составляет альтернативу речевой связи [33].

Информация, передаваемая сообщениями системы автоматического зависимого наблюдения, включает в себя:

- определение широты, долготы и абсолютной высоты ВС в масштабе реального времени и FOM отметка (временная);
- маршрут в следующий момент времени и точки пути;
- скорость ВС;
- метеорологическую информацию.

Происходит согласование правил бортовыми и наземными системами, на основании которых формируются сообщения, и предоставляется информация (донесения о событиях авариях и периодические) [15 - 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|

Информация, полученная организацией воздушного движения со средств автоматического зависимого наблюдения ADS-C, обрабатывается так же, как и данные ВОРЛ. Частота обновления информации при перелёте над океаническим пространством составляет 15 – 25 мин. Но система ADS-C имеет функцию увеличения частоты обновления информации. Система может работать в температурных условиях от минус 40 до плюс 60 C^0. Система ADS-C передаёт полётные данные ВС через спутник связи. На рисунке 13 представлена блок-схема средств автоматического зависимого наблюдения координат ADS-C.

Достоинствами системы автоматического зависимого наблюдения вещания являются:

- нахождение координат без использования радиолокации и системы мультератерации;

- определение маршрута в следующий момент времени и точек пути;

- обеспечение связи ВС – Земля и передача определённых технических характеристик диспетчеру.

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

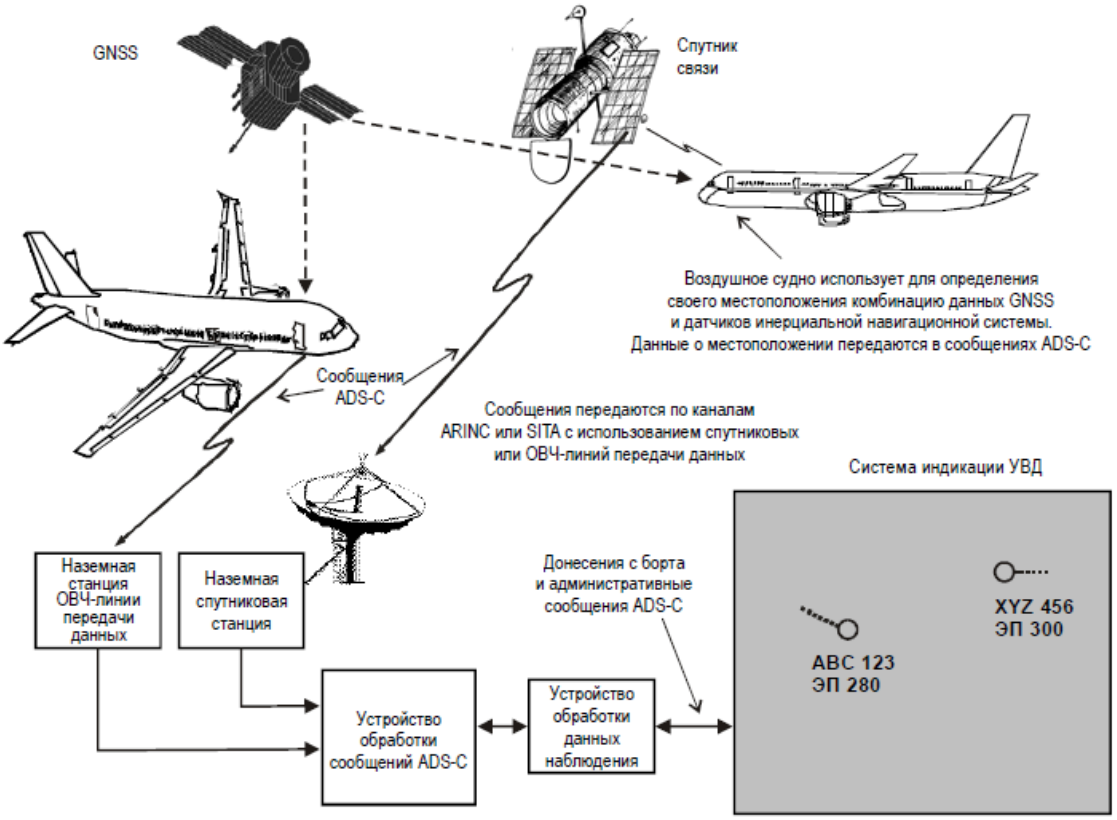


Рисунок 8. Схема организации системы автоматической зависимости наблюдения координат ADS-C

Недостатками системы автоматического зависимого наблюдения вещания являются:

- для работы системы необходимо что бы ВС были оборудованы надлежащим образом, для чего необходима установка дополнительной авионики;

- рабочие характеристики ограничиваются предельными параметрами средств связи;

- большая стоимость передачи данных через спутниковый канал связи;

- отсутствие функции ASA, так как сообщения не доступны для других ВС.

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 ADS-C является системой автоматического зависимого наблюдения координат, работает через спутники связи, и передаёт как координаты ВС судна, в режиме реального времени, определяемые спутниками GNSS, так и имеет функцию прогнозирования нахождения ВС через некоторое определённое время. Система может быть использована в качестве системы аэронавигации и быть интегрирована со спутниками РФ.

Результат проведенного анализа работы четырёх систем аэронавигации, таких как ACARS, ADS-B, MLAT, ADS-C, представлен в таблице 4.

Таблица 4

Сводная таблица характеристики систем ACARS, ADS-B, ADS-C, MLAT.

Технические характеристики	ACARS	ADS-B	MLAT	ADS-C
Диапазон частот, МГц	VHF, 118 – 142	1081 – 1093	1030 – 1090	1065 – 1090
Режимы работы	CDMA	FDMA	TDMA	FDMA
Модуляция	8PSK	QPSK	BPSK	QPSK
Скорость передачи информации Bd	2400	2400	-	1600
Центральная частота Гц	130	1087	1060	1077,5
Диапазон рабочих температур C^0	минут 40 до плюс 60	минут 60 до плюс 50	минут 40 до плюс 50	минут 40 до плюс 60
Частота обновления информации, сек.	10	10	3-5	900-1500 (над океаном)
Точность определения местоположения	5 м	7 м	10 м при высоте 300м	10 м

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

Технические характеристики	ACARS	ADS-B	MLAT	ADS-C
			15-20 при высоте 1000 м 30 м при высоте 11000 м	
Чувствительность приёмника, дБ/Вт	минус 120	минус 110	-	минус 110
Импульсная мощность, Вт	-	-	700	-
Дистанционное управления	ДА	ДА	-	НЕТ
Вывод информации	Дисплей Печать Звук	Дисплей Звук	Дисплей	Дисплей
Тип антенны	Всенаправленная	Всенаправленная	Всенаправленная	Всенаправленная
Наземные вышки связи, зона покрытия. км.	300-350	100-150	50-80	-

Российская Федерация, занимает важное стратегическое положение с размерами контролируемого воздушного пространства более 16 млн. кв. км и имеет влияние на экономические, социальные и военно-политические процессы, происходящие как в России, так и за её пределами. Нормативные правовые акты России до 2013 г. существенно отличались от международных стандартов и рекомендуемой практики ИКАО, что существенно затрудняло процессы интеграции ЕС ОрВД и взаимодействующих с ней систем в мировую аэронавигационную систему. Эта способствовало необходимости доведения имеющихся средств до приемлемого уровня, удовлетворяющего нормативным документам международной организации гражданской авиации ИКАО 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|

созданию национальной системы аэронавигации РФ, для чего следует обратиться к опыту зарубежных компаний.

Система мультилатерации (MLAT) или гиперболическое позиционирование представляет процесс определения положения ВС, основанный на разнице во времени прибытия сигнала. Посланный объектом сигнал, в три или более направления, будет получен тремя далеко расположенными друг от друга датчиками в разное время. В системе задается единое время определения местопожения воздушного судна для каждой из трех наземных станций. Система MLAT передаёт большой объём данных (координаты, скорость, высоту ВС), но не позволяет передавать погодную информацию и взаимодействовать пилоту воздушного судна с диспетчером, что является одним из отрицательных аргументов при выборе системы аэронавигации и заставляет отказаться от использования данной системы. Система ADS-C для передачи данных требует установки дополнительной авионики. Сообщения, передаваемые системой, не могут быть доступны другим воздушным судам, данное обстоятельство существенно сужает аудиторию пользователей и делает эту систему узко применимой, решающей только определённый ряд задач. Система ADS-C не может быть применена в северных широтах Российской Федерации ввиду того, что система, работающая в условиях крайнего севера должна быть мультифункциональной и решать большое количество задач.

Система ACARS является цифровой системой передачи данных через спутники, и наземные станции. Она использует для передачи наземные станции двух провайдеров ARINC и SITA, у каждого из которых имеется своя сеть и свое пользовательское программное обеспечение. На сегодняшний день покрытие над территорией РФ неполное,

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

организовать связь через наземные станции не представляется возможным выше 70^0 широты (северной), поэтому передача информации выше полярного круга может вестись исключительно через спутник, что экономически не эффективно.

Система ADS-B обеспечивает точное картографирование движения воздушного судна на экраны радара, передает в реальном времени метеорологическую информацию пилотам, при запросе от наземных радаров предоставляет горизонтальную и вертикальную скорость самолета, высоту, курс, вид воздушного средства и его номер полета.

Наземные станции ADS-B легко и быстро монтируются, что является одним из достоинств данной системы перед её аналогами. Чувствительность приёмника ADS-B позволяет принимать слабые сигналы от низкоорбитальных спутников связи. Система обладает дистанционным управлением, что существенно увеличивает безопасность воздушного движения.

Развёртывание системы ADS-B на территории Российской Федерации с использованием низкоорбитальных спутников связи является надёжным и эффективным вариантом создания системы аэронавигации России, содержащей в себе необходимые функции обеспечения безопасности воздушного движения, ввиду того, что ВС судно может быть доступно в любой промежуток времени. Данное внедрение позволит государствам членам ИКАО, использующим подобную технологию повысить эффективность наблюдения своих воздушных судов над территорией РФ.

Для России внедрение технологии передачи данных через спутниковый сегмент МСПСС Гонец, посредством системы ADS-B позволит открыть новые возможности. Передача данных через ССС Гонец

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

М1 станет экономически важным решением, результат которого будет сохранение денежных средств российских авиакомпаний в пределах государства, что существенно увеличит его экономический потенциал.

Библиографический список

1. Техническое руководство ИКАО по окружающей среде, регламентирующее использование методик при сертификации воздушных судов по шуму [Текст]: учебник. Монреаль, 2011. – 106.

2. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPENFLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции – Казань., 2017. – 35 - 37 с.

3. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

4. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

5. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-

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

Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

6. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного моделирования системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

7. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

8. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

9. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного

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

государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

10. Хмелевская, А.В. Сравнительный анализ наиболее распространенных программных комплексов моделирования телекоммуникационных сетей применительно к задаче изучения дисциплин по направлению «Инфокоммуникации» / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Материалы докладов IV региональной заочной научно-практической конференции "ИИС-2016" «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы». – 2017. – С. 189-203

11. Коптев, Д. С. Общая структура OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Инновационные процессы в научной среде». – 2017г. – С. 118 – 120.

12. Коптев, Д. С. Структурно – функциональная модель OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Современный взгляд на будущее науки». – 2017г. – С. 35 – 37.

13. Коптев, Д.С. Сравнительный анализ наиболее перспективных стандартов беспроводных сетей связи / Д.С. Коптев, А.Н. Щитов, А.Н. Шевцов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. - №1. – С. 185 – 191

14. Коптев, Д.С. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OPENFLOW / Д.С. Коптев, И.Г. Бабанин // Сборник научных

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

статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции: в 2 частях «Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения». – 2016. – С. 183-193

15. Бабанин, И.Г. Исследование целесообразности применения средств компенсации дестабилизирующих факторов в спутниковом радиоканале при передаче сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией различной позиционности / И.Г. Бабанин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, А.А. Токарева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 4 (17). – С. 30-34.

16. Шевцов, А.Н. Обеспечение безопасности с точки зрения проверки прав доступа к ресурсам (AAA) / А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, Д.С. Коптев, Д. К. Никандрова // Сборник научных трудов по материалам I международной научно – практической конференции «Современные технологии в науке и образовании: проблемы, достижения, перспективы». – 2016. – С. 105 – 108.

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 614.2.681

Щитов А.Н. Расчёт зависимости вероятности ошибки от среднего отношения сигнал/шум при передаче данных на участке ВС-СПУТНИК-ЗЕМЛЯ

Calculation of the dependence of the probability of error on the average signal-to-noise ratio in the data transmission in the section VS-SATELLITE-EARTH

Щитов Алексей Николаевич,
сотрудник кафедры космического приборостроения и систем связи
Юго – Западного государственного университета,
г. Курск, Россия,
a.n.schitov@mail.ru
Shchitov Alexey Nikolaevich,
employee of the Department of Space Instrument Engineering and Communication Systems of Southwestern State University,
Kursk, Russia

Аннотация. В статье представлен расчёт линии спутниковой связи Воздушное судно – спутник – Земля, который в энергетическом смысле является весьма напряженным.

Ключевые слова: Воздушное судно, многофункциональная система персональной спутниковой связи «Гонец», коэффициент усиления, волновой тракт.

Abstract. The article presents calculation of the satellite communication line Aircraft - satellite - Earth, which in the energy sense is very tense.

Keywords: Aircraft, multifunctional personal communication satellite system "Gonets", gain factor, wave channel.

В настоящий момент система Гонец имеет группировку из 12 спутников, размещенных на низкоорбитальной орбите с высотой 1400 километров, диаметром зоны покрытия каждого спутника 5000 километров, периодом обращения 114 минут и трёх спутников, запуск которых запланирован на 2017 г. – I квартал 2018 года [1].

Основные технические параметры системы 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|

Гонец М1 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические параметры МСПСС Гонец М1.

Наклон орбиты		82°6’
Расчетный срок существования, лет		5
Диапазон, МГц	на передачу на приём	1668-1675 1518-1525
Коэффициент усиления на передачу Gпер.б, дБ		34
Коэффициент усиления на прием Gпр.б, дБ		32
Коэффициент передачи волноводного тракта ŋв		0.9
Коэффициент передачи волноводного тракта ŋв		0.8
Мощность передатчика Рпер Вт		35
Антенны конусообразные:		d_1=0,86 мм; d_2=0,08 мм;
Угол между полуосями элипсов приёмной и передающей антенн		90^0

Структурная схема и диаграмма уровней сигнала линии спутниковой связи, состоящей из двух участков, приведена на рисунке 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|

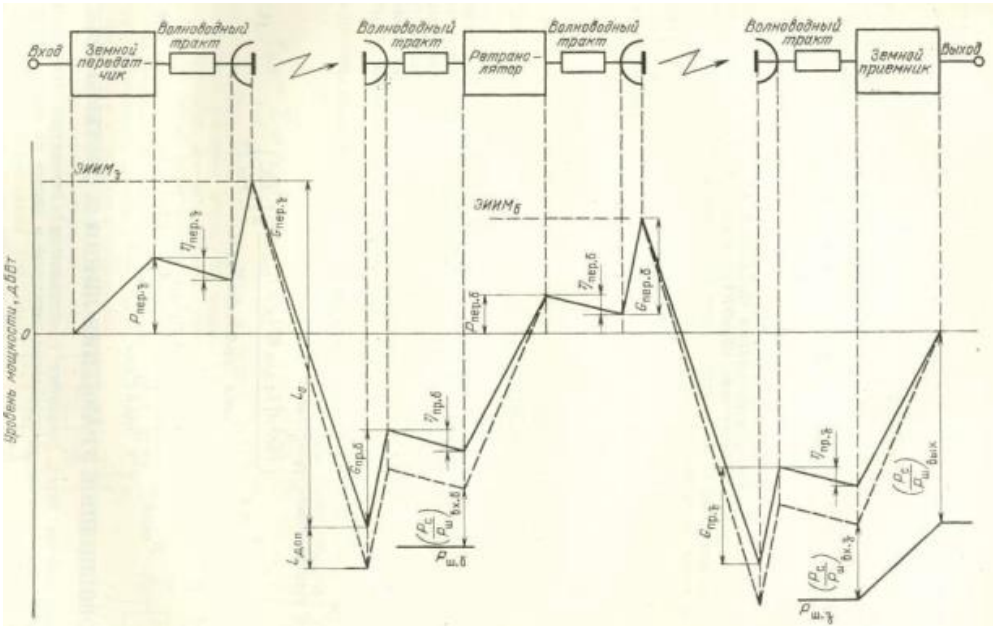


Рисунок 1. Структурная схема и диаграмма уровней для линии связи из двух участков

Для этих участков справедливы следующие соотношения:

для участка воздушное судно – спутник (1):

$$P_{пер.б} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d_1^2 \cdot L_{1доп} \cdot P_{ш.б}}{\lambda_1^2 \cdot G_{пер.б} \cdot G_{пр.ВС} \cdot \eta_{пер.б} \cdot \eta_{пр.вс}} \cdot \left(\frac{P_c}{P_ш} \right)_{вх.ВС} \text{ [Вт].} \quad (1)$$

где $P_{ш.б} = k \cdot T_{\sum б} \cdot f_{ш.б}$.

для участка спутник – Земля (2):

$$P_{пер.б} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d_2^2 \cdot L_{2доп} \cdot P_{ш.з}}{\lambda_2^2 \cdot G_{пер.б} \cdot G_{пр.з} \cdot \eta_{пер.б} \cdot \eta_{пр.з}} \cdot \left(\frac{P_c}{P_ш} \right)_{вх.з} \text{ [Вт],} \quad (2)$$

где $P_{ш.з} = kT_{\sum з} f_{ш.з}$.

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

Чтобы перейти от уравнений для отдельных участков к общему уравнению для всей линии, необходимо установить связь между отношениями сигнал-шум на выходе линии и на каждом из участков [2].

В отсутствие обработки сигнала на борту происходит сложение шумов каждого из участков, при этом суммарное отношение сигнал-шум на конце линии связи будет (3).

$$\left(P_ш / P_c\right)_{\sum} = \left(P_ш / P_c\right)_{вх.б} + \left(P_ш / P_c\right)_{вх.з}. \quad (3)$$

Очевидно, что отношение сигнал-шум на каждом из участков должно быть выше, чем на конце линии связи (4):

$$\left(P_c / P_ш\right)_{вх.б} = a\left(P_c / P_ш\right)_{\sum}, \left(P_c / P_ш\right)_{вх.з} = b\left(P_c / P_ш\right)_{\sum}, \quad (4)$$

где a и b коэффициенты запаса, причём a >1, b >1.

Из (3) и (4) следует (5)

$$a = b/(b-1), b = a/(a-1). \quad (5)$$

Выражение (5) позволяют распределить заданное отношение $\left(P_c / P_ш\right)_{\sum}$; по двум участкам линии связи. То есть если задать превышение отношения сигнал-шум на участке спутник – Земля, равное 1 дБ $(b = 1,26)$, то можно найти, что необходимое превышение на участке Земля – спутник составит 7 дБ $a \approx 5$.

С учетом изложенного уравнения для линии спутниковой связи, состоящей из двух участков, окончательно примут вид:

для участка Воздушное судно – спутник (6)

$$P_{пер.з} = \frac{16\pi^2 \cdot d_1^2 \cdot L_{1доп} \cdot k \cdot T_{\sum б} \cdot \Delta f_{ш.з}}{\lambda_1^2 \cdot G_{пер.з} \cdot G_{пр.б} \cdot \eta_{пер.з} \cdot \eta_{пр.б}} \cdot a \cdot \left(\frac{P_c}{P_ш}\right)_{\sum} \text{ [Вт]}; \quad (6)$$

для участка спутник – Земля (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|

$$P_{пер.б} = \frac{16\pi^2 \cdot d_1^2 \cdot L_{1доп} \cdot k \cdot T_{\sum 3} \cdot \Delta f_{ш.з}}{\lambda_1^2 \cdot G_{пер.б} \cdot G_{пр.з} \cdot \eta_{пер.б} \cdot \eta_{пр.з}} \cdot b \cdot \left(\frac{P_c}{P_ш} \right)_{\sum} \text{ [Вт]}; \quad (7)$$

где $\Delta f_{ш.з}$ – эквивалентная (энергетическая) шумовая полоса приёмника.

Расчёт спутниковой радиолинии в односигнальном режиме наиболее просто проводить традиционным способом – по участкам, соответствующие уравнения связи формула (13) и (14). При выполнении расчётов по этим уравнениям необходимо вначале определить коэффициенты запаса *a* и *b*, а так же дополнительные потери сигнала $L_{1доп}$, $L_{2доп}$ и эквивалентную шумовую температуру бортовой и земной приёмных систем $T_{\sum б}, T_{\sum а}$. Коэффициенты *a* и *b* можно определить по формуле (12).

Методика расчёт поглощения энергии сигнала в атмосфере

Дополнительные потери, обусловленные влиянием факторов, могут быть определены по формуле (8):

$$L_{доп} = L_а \cdot L_д \cdot L_н \cdot L_п. \quad (8)$$

При этом учитываются не только количественные значения составляющих формулы (15), но и их статические характеристики.

Значения коэффициента поглощения для кислорода и водяных паров $L_а$ представлены на рисунке 2, являются постоянными и присутствуют в 100% 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|

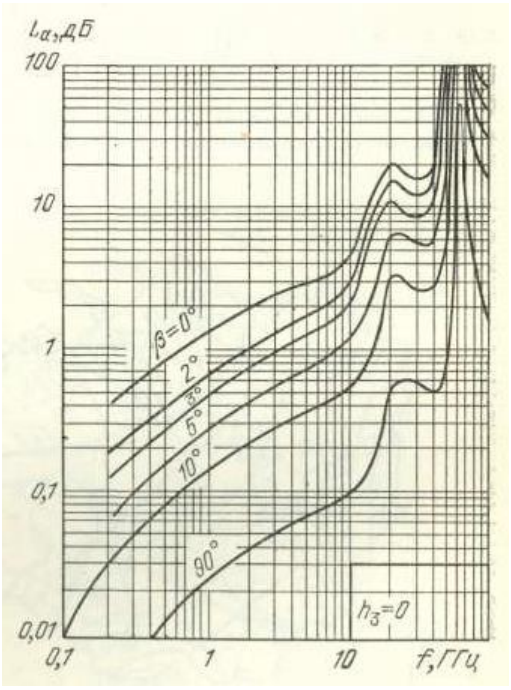


Рисунок 2. Зависимость поглощения радиоволн в спокойной атмосфере (без дождя) от частоты при различных углах места земной станции

Значение частотной зависимости коэффициента поглощения L_n определяются по рисунку 3, и то же являются постоянными.

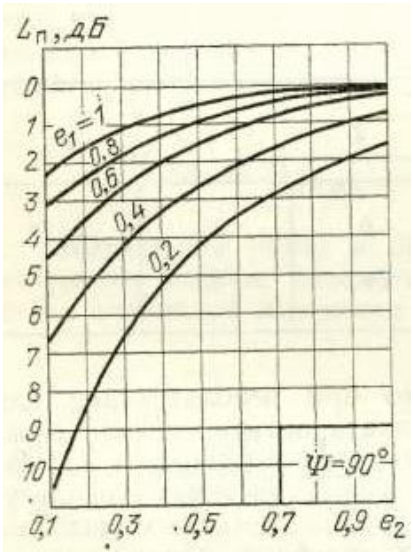


Рисунок 3. Зависимость потерь из-за несогласованности поляризаций передающей и приёмной антенн от эллиптичности поляризаций

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 диапазоне частот, выделенных для спутниковых систем, влияние атмосферы проявляется в виде ослабления (поглощения) радиоволн в тропосфере и ионосфере, искривления траектории радиолуча в результате рефракции, изменения формы и вращения плоскости поляризации радиоволн и появления помех, обусловленных тепловым излучением атмосферы и шумами поглощения.

Поглощение радиоволн в атмосфере количественно определяется коэффициентом L_a. Установлено, что в диапазоне частот выше 500 МГц основное поглощение определяется тропосферными газами – кислородом и водяными парами, а также дождём и прочими гидрометеорами (ионосфера и остальные газы тропосферы влияют несущественно).

Для количественной оценки воспользуемся формулой (9):

$$L_a = L'_{O_2} l_1 + L'_{H_2O} l_2, \quad (9)$$

где L'_{O_2} и L'_{H_2O} – коэффициенты погонного поглощения (дБ/км) в кислороде и водяных парах, l_1, l_2 – эквивалентная длинна пути сигнала в этих средах соответственно.

Коэффициенты поглощения для стандартной атмосферы представлены на рисунке 4, из которого следует, что поглощение имеет ярко выраженный частотно-зависимый характер.

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

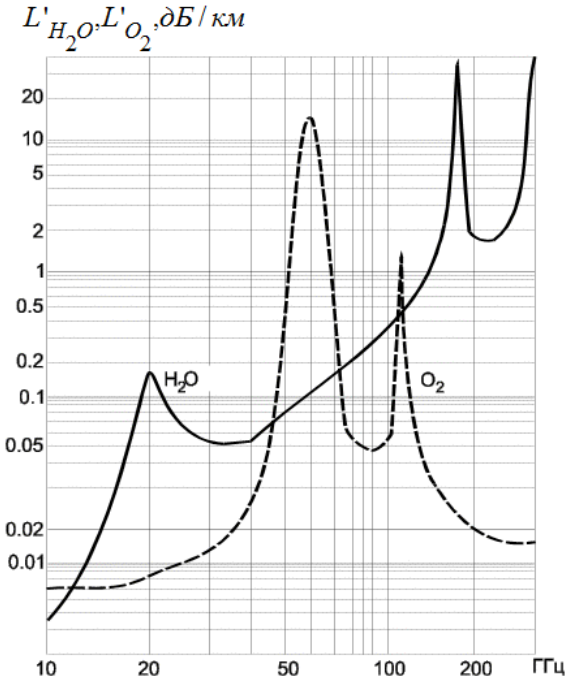


Рисунок 4. Зависимость коэффициента поглощения для кислорода и водяных паров от частоты

На рисунке 18 наблюдаются резонансные пики на частотах 22 и 165 ГГц (для водяных паров), а также 60 и 120 ГГц (для кислорода). Причём следует заметить, что эквивалентная длинна пути сигнала в стандартной атмосфере зависит не только от эквивалентной толщины атмосферы, но так же от угла места земной антенны β и высоты земной станции над уровнем моря $h_з$ (10):

$$l_1 = \left(h'_{O_2} - h_3\right) / \sin\beta \;\; и \;\; l_2 = \left(h'_{H_2O} - h_3\right) / \sin\beta, \qquad (10)$$

где $h'_{O_2} \approx 5{,}3км, h'_{H_2O} \approx 2{,}1км$ – эквивалентная толщина кислорода и водяных паров в стандартной атмосфере.

Результаты вычислений по (16) и (17) с учётом данных приведенных на рисунке 16 определяют поглощение в спокойной невозмущённой атмосфере без гидрометеоров, которые представляют

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

собой постоянную составляющую потерь, имеющих место в течении 100% времени.

Потери в дожде $L_д$ имеют случайный характер и могут быть определены по формуле оценки затухания сигнала в гидрометеорах (11)

$$L_д = L'_д l_з. \quad (11)$$

Величина поглощения в данном случае зависит от вида гидрометеоров (дождь, снег, туман), интенсивности осадков, размеров зоны их выделения и распределения интенсивности по зоне, а также от распределения размеров частиц гидрометеоров.

Факторы данного рода влияют как на коэффициент поглощения $L'_д$, так и на эквивалентную длину пути сигнала $l_З$. Наибольшее затухание вносят жидкие гидрометеоры – дождь, туман, мокрый снег, ослабление в твёрдых структурах (град, сухой снег) значительно меньше. Наличие взвешенных частиц – аэрозолей – практически не влияет на поглощение сигнала и в обычных условиях может не учитываться [4-7].

Усредненные на основании многочисленных измерений и рекомендованные МККР значения поглощения коэффициентов в дожде различной интенсивности ε приведены на рисунке 3.

Эквивалентная длина пути сигнала в дождевой зоне оценивается следующим выражением:

$$d_Д = \begin{cases} \dfrac{h_{эф_з}}{\sin\Delta} при\, \Delta \geq 10^0; \\ \dfrac{8500 \cdot \sin\Delta}{\cos^2\Delta} \cdot \left(\sqrt{1 + \dfrac{2 \cdot h_{эф_Д}}{8500 \cdot tg^2\Delta}} - 1 \right) при\, \Delta < 10^0. \end{cases} \quad (12)$$

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

Следует отметить, что эквивалентная длина пути сигнала при больших интенсивностях дождя существенно меньше, чем геометрическая. Наиболее полные данные по статистике дождей продемонстрированы на рисунке 19.

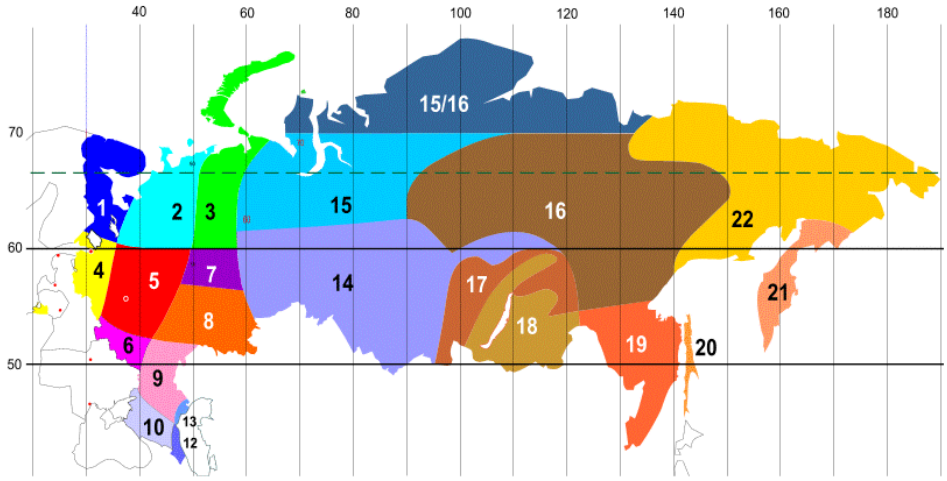


Рисунок 5. Районирование территории по интенсивности дождей

Статические распределения среднеминутных значений интенсивности дождей в различных климатических районах представлены на рисунке 20, соответствуют номерам климатических районов [8-10].

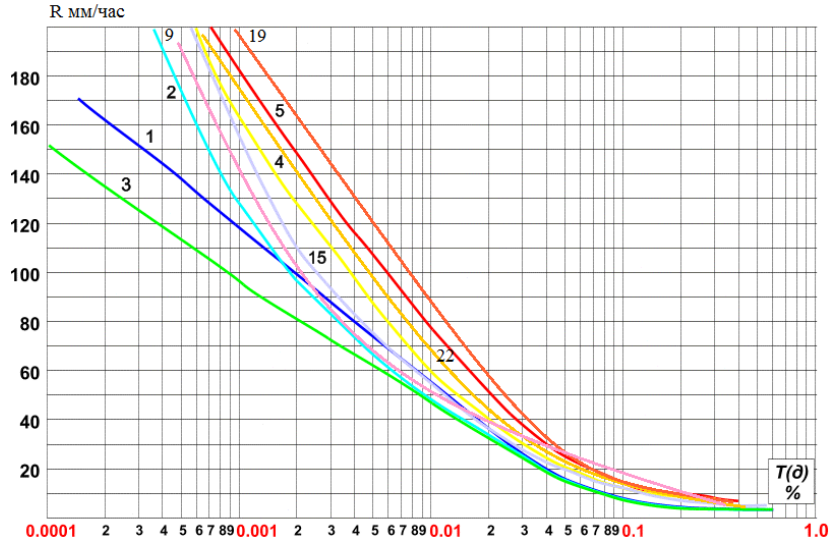


Рисунок 6. Статистическое распределение среднеминутных значений интенсивности дождей

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

Ослабление сигнала при выпадении дождя в основном связано с рассеянием и поглощением радиоволн дождевыми каплями. Причём погонное ослабление в дожде $\gamma_Д$ в основном зависит от интенсивности дождя R, частоты f, угла возвышения, поляризации радиоволн и рассчитывается по формуле (13):

$$\gamma_Д = k \cdot R^{\alpha} \text{ [дБ]}, \quad (13)$$

где R – интенсивность дождя в мм/час с одноминутным усреднением, а коэффициенты k и α определяются по следующим формулам (14), (15):

$$k = \left[k_г + k_в + \left(k_г - k_в\right) \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos 2r \right] / 2, \quad (14)$$

$$\alpha = \left[k_г \cdot \alpha_г + k_в \cdot \alpha_в \cdot \left(k_г \cdot \alpha_г - k_в \cdot \alpha_в\right) \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos 2r \right] / 2k, \quad (15)$$

где $k_г, k_в, \alpha_г, \alpha_в$ соответствуют горизонтальной и вертикальной поляризации, τ – угол наклона плоскости поляризации относительно горизонтали. Значения $k_г, k_в$ в диапазоне частот 1 – 10 ГГц могут быть рассчитаны по формулам (16), (17), (18), (19).

$$k_г = 0,000353 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot f^{3,815}, \quad (16)$$

$$\alpha_г = 1,32 - 0,018 \cdot \left| f - 7,4 \right|^2 + \frac{162}{12100 - f^4}, \quad (17)$$

$$k_в = 0,000326 + 1,42 \cdot 10^{-6} \cdot f^{3,773}, \quad (18)$$

$$\alpha_в = 1,262 - 0,0195 \cdot \left| f - 7,4 \right|^2 + \frac{515}{13800 - f^4}. \quad (19)$$

Для неравномерности зоны дождя вдоль наклонной трассы вводятся два параметра: эффективная высота зоны дождя $h_{эф_Д}$ и коэффициент неравномерности дождя вдоль земной поверхности r_d. Величина $h_{эф_Д}$ зависит от интенсивности дождя R и географической

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

широты расположения земной станции $\varphi_ш$ (20):

$$h_{эф} = \begin{cases} \dfrac{6,2}{\ln(0,3R+1,5)} + 0,0015R, & км, при\ \varphi_ш \le 55^0; \\ \left[\dfrac{6,2}{\ln(0,3R+1,5)} + 0,0015R\right] \cdot \left[1 - 0,02 \cdot (\varphi_ш - 55)\right], & км, при\ \varphi_ш > 55^0. \end{cases} \quad (20)$$

Коэффициент неравномерности дождя вдоль земной поверхности зависит от интенсивности дождя и горизонтальной протяжённости ослабляющей части трассы космос – Земля $d_Д$.

Коэффициент неравномерности дождя (21):

$$r_d = \begin{cases} \exp\left[-0,0045R^{0,68}\left(d_д \cdot \cos\Delta\right)^{0,6}\right] \\ при\ \Delta \ge 10^0; \\ \exp\left[-0,0045R^{0,68}\left(a_э \cdot tg\Delta \cdot \left\{\sqrt{1 + \dfrac{2h_{эф_Д}}{a_э \cdot tg^2\Delta}}\right\}\right)^{0,6}\right] \\ при\ \Delta < 10^0. \end{cases} \quad (21)$$

Ослабление $L_д$ определяется статическим распределением интенсивности дождя $R(p)$ (22).

$$L_д = \gamma_д(p) \cdot r_d \cdot d_Д = k \cdot R(p)^{\alpha} \cdot r_d \cdot d_д \quad [дБ]. \quad (22)$$

Суммарное ослабление на трассе космос Земля при выпадении дождя рассчитывается по формуле (23):

$$L_д = L_г + L_{од} \ [дБ]. \quad (23)$$

Ослабление в атмосферных газах для ясной и пасмурной погоды рассчитывается по формуле (24 – 25):

$$L_г = \frac{h_0 \cdot \gamma_0 \cdot e^{(-h_э/h_0)} + \gamma_{H_2O} \cdot h_{H_2O}}{\sin\Delta} \quad [дБ], \quad (24)$$

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

$$L_{г} = \frac{h_0 \cdot \gamma_0 \cdot e^{(-h_з/h_0)} + \gamma_{H_2O\,я} \cdot h_{H_2O_п}}{\sin\Delta} \text{ [дБ]}, \quad (25)$$

где $h_з$ – высота земной станции над уровнем моря, $h_п$ – эффективная протяжённость атмосферы в кислороде и водяных парах, γ_{H_2O} – погонное ослабление в водяных парах, γ_{O_2} – погонное ослабление в кислороде.

Для определения ослабления в атмосферных газах необходимым является рассчитать эффективные высоты атмосферы для поглощения сигнала в водяных парах при ясной и пасмурной погоде (26, 27):

$$h_{H_2O_{ясн.}} = 1{,}6 \cdot \left(1 + \frac{3}{(f - 22.2)^2 + 3}\right) \text{ [км]}, \quad (26)$$

$$h_{H_2O_{пасм.}} = 2{,}1 \cdot \left(1 + \frac{3}{(f - 22.2)^2 + 3}\right) \text{ [км]}. \quad (27)$$

Произвести расчёт погонного ослабления в кислороде (28):

$$\gamma_{O_2} = \left(\frac{4{,}81}{(a - 57)^2 + 1{,}5} + 7{,}19 \cdot 10^{-13} + \frac{6{,}09}{f^2 + 0{,}227}\right) \cdot f^2 \cdot 10^{-3} \text{ [дБ/км]}. \quad (28)$$

Произведём расчёт погонного ослабления в водяных парах (29):

$$\gamma_{H_2O} = \left(0.05 + 0{,}0021\rho + \frac{3.6}{(f - 22{,}2)^2 + 8.5}\right) \cdot f^2 \cdot \rho \cdot 10^{-4} \text{ [дБ/км]}. \quad (29)$$

где ρ – влажность воздуха.

На рисунке 7, приведены кривые, позволяющие определить статическое значение поглощения в тумане на частоте 4 ГГц для климатической зоны Европы.

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

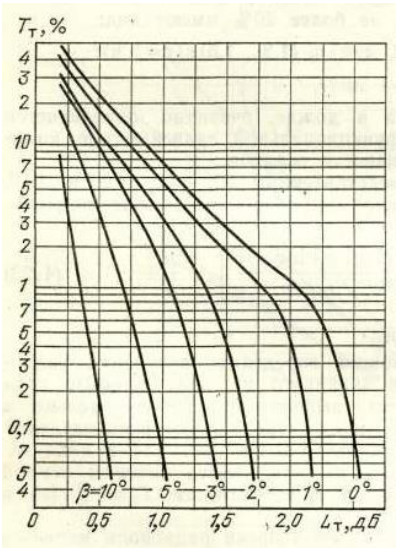


Рисунок 7. Интегральное распределение радиоволн в тумане при различных углах места антенны земной станции

Поглощение, вызываемое мокрым снегом, примерно такое же, как и в дожде равной интенсивности, однако в отдельных случаях при выпадении крупных хлопьев мокрого снега оно может оказаться в 4 – 6 раз больше чем для дождя. Эксперименты показывают, что явление такого характера являются достаточно редкими и при расчётах для наихудшего месяца следует учитывать лишь поглощение в дожде [11-14].

Методика расчёта потерь, вызванных дестабилизирующими факторами на линии ВС-Спутник-Земля

Ещё одна составляющая потерь – это потери, вызванные неточностью наведения антенн земных станций на ИСЗ. Они определяются угловым отклонением оси главного лепестка диаграммы направленности от истинного направления на ИСЗ, а также шириной 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|

формой этого лепестка.

В основном используют одну из следующих аппроксимаций формы диаграммы в пределах основной части главного лепестка (30):

$$\frac{G(\Theta)}{G(0)} \approx \frac{\sin\left(2\Theta / \Theta_{0,5}\right)}{2\Theta / \Theta_{0,5}} \approx \frac{1}{1+\left(2\Theta / \Theta_{0,5}\right)^2}, \qquad (30)$$

где $\Theta_{0,5}$ – ширина диаграммы направленности антенны по уровню половинной мощности. Тогда потери наведения (31):

$$L_n = \frac{1}{2}\left(1+\frac{4e_1e_2}{\left(1+e_1^2\right)\left(1+e_2^2\right)}+\frac{\left(1-e_1^2\right)\left(1-e_2^2\right)}{\left(1+e_1^2\right)\left(1+e_2^2\right)}\cdot\cos 2\Psi\right). \qquad (31)$$

На рисунке 8 представлены кривые максимальных потерь при $\Psi = 90^0$ для различных значений эллиптической поляризации, а в таблице 9 приведены значения коэффициента передачи для различных комбинаций поляризаций передающей и приёмной антенн.

Таблица 9

Коэффициенты передачи для различных поляризаций передающей и приёмной антенн.

Поляризация приёмной антенны	Коэффициент передачи для различной поляризации передающей антенны		
	линейная	Круговая правая	Круговая левая
Линейная	$(1+\cos 2\Psi)/2$	½	½
Круговая правая	½	1	0
Круговая левая	½	0	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|

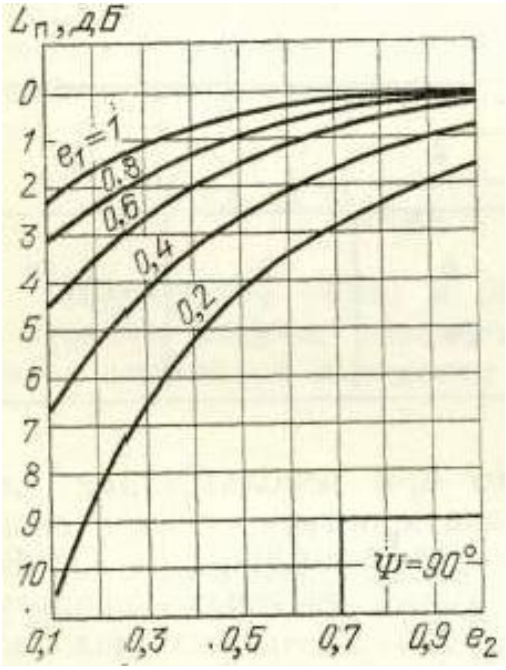


Рисунок 8. Зависимость потерь из-за несогласованности поляризаций передающей и приёмной антенн от эллиптической поляризации

При расчёте энергетики спутниковых радиолиний важно рассчитать мощность шумов, созданных на входе приёмного устройства спутника и земной станции различными источниками [15].

Эквивалентная (энергетическая) шумовая полоса приёмника (32):

$$\Delta f_{ш} = \frac{1}{K^2(f_0)} \int_{-\infty}^{\infty} K^2(f) df \text{ [Гц]}, \qquad (32)$$

где $K(f)$ – частотная характеристика ПЧ тракта приёмника.

Далее по формуле (33) определим значение полной эквивалентной шумовой температуры приёмника, состоящей из антенны, волнового тракта и собственного приёмника:

$$T_{\sum} = T_A \eta_B + T_0 (1 - \eta_B) + T_{пр} \text{ [K]}, \qquad (33)$$

где T_A – эквивалентная шумовая температура антенны; T_0 – абсолютная

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

температура среды (290 К); $T_{пр}$ – эквивалентная шумовая температура собственного приёмника, обусловленная его внутренними шумами; η_B – коэффициент передачи волнового тракта.

Эквивалентная шумовая температура антенны может быть представлена в виде:

$$T_A = T_a + T_{ш.A} + T_{об} \text{ [K]}, \quad (34)$$

где T_a – Антенная шумовая температура, $T_{ш.A}$ – собственные шумы антенны из-за наличия потерь в её элементах, $T_{об}$ – влияние обтекателя антенны (ели он присутствует).

Антенная шумовая температура, обусловленная яркостной температурой космоса, определяется из выражения (35):

$$T_a = \frac{G_2}{4\pi}(T_K + T_{атм} + T_З) \text{ [K]}, \quad (35)$$

где $T_з$ – излучение земной поверхности, принимаемым через боковые лепестки антенны, $T_{атм}$ – приём излучения атмосферы, отражённого от Земли

где T_K – яркостная температура космоса.

Частотную зависимость яркостной температуры космоса и атмосферы можно найти из графика, рисунок 23.

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

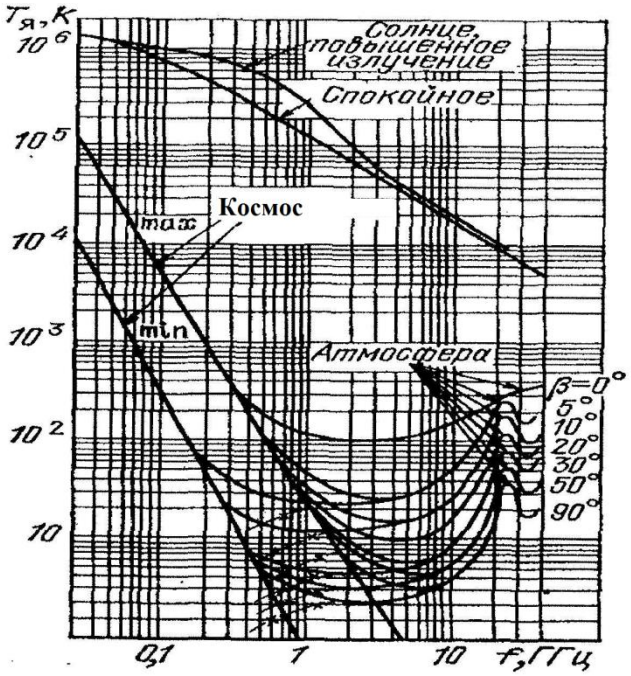


Рисунок 23. Яркостная температура солнца, космоса, атмосферы

Шумы антенны определяются по формуле (36):

$$T_{ш.А} = T_0\left(L_м - 1\right)/L_м \text{ [K]}, \quad (36)$$

где $L_м$ – потери в материале зеркала антенны.

Таким образом, производя расчёт величин $a, b, L_{доп}, T_{\sum б}, T_{\sum з}$ и подставляя полученные значения в выражения (13), (14) получим требуемое отношение сигнал шум [16].

Расчёт отношения сигнал/шум на входе демодулятора для трассы ВС-Спутник-Земля

Произведём расчёт отношения сигнал/шум для воздушного судна и земной станции, которые находятся в Москве. Для этого обратимся к техническим параметрам, представленным в таблице 6, 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|

Таблица 10

Географическое расположение ЗС 1 (Москва)

Широта (Север)	55°45'
Долгота (Восток)	37°36'
Отметка над уровнем моря	+156 м
Параметры антенны и волнового тракта ЗС	
КПД волнового тракта на передачу $\eta_{пер.вс}$	0,9
КПД волнового тракта на передачу $\eta_{пр.з}$	0,8
Угол места ЗС 1	6^0

Определим зависимость поглощения радиоволн в спокойной атмосфере, без дождя. Данные потери являются постоянными и присутствуют в ста процентах времени. Потери данного рода можно определить, как при помощи графика (рисунок 16), так и по формулам (16-17), расчёт по графику является не точным, поэтому определим поглощение сигнала в кислороде и водяных порах при помощи формул и графика.

$$l_1 = \left(h'_{O_2} - h_3\right) / \sin\beta = \left(5,3 - 0,156\right) / \sin 6^0 = 49.21 \text{ км};$$

$$l_2 = \left(h'_{H_2O} - h_3\right) / \sin\beta = \left(2,1 - 0,156\right) / \sin 6^0 = 18,59 \text{ км};$$

$$L_a = L'_{O_2} l_1 + L'_{H_2O} l_2 = 5,6569 \cdot 10^{-3} \cdot 49,21 + 2,2176 \cdot 10^{-4} \cdot 18,59 = 0,28$$

дБ.

Ослабление сигнала при выпадении дождя можно рассчитать по графику, но более точные значения поглощения сигнала в атмосфере можно рассчитать по формуле (30), для этого произведём расчёт следующих коэффициентов $k_г, k_в, \alpha_г, \alpha_в, k, \alpha$ по формулам:

$$k_г = 0,000353 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot f^{3,815} = 0,000353 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6715^{3,815} =$$
$$= 3.6365 \cdot 10^{-4};$$

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

$$\alpha_г = 1,32 - 0,018 \cdot \left| f - 7,4 \right|^2 + \frac{162}{12100 - f^4} = 1,32 - 0,018 \cdot \left| 1,6715 - 7,4 \right|^2 +$$

$$+ \frac{162}{12100 - 1,6715^4} = 0.7427;$$

$$k_в = 0,000326 + 1,42 \cdot 10^{-6} \cdot f^{3,773} = 0,000326 + 1,42 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6715^{3,773} =$$

$$= 3.2699 \cdot 10^{-3};$$

$$\alpha_в = 1,262 - 0,0195 \cdot \left| f - 7,4 \right|^2 + \frac{515}{13800 - f^4} = 1,262 - 0,0195 \cdot \left| 1,6715 - 7,4 \right|^2 +$$

$$+ \frac{515}{13800 - 1,6715^4} = 0.6594;$$

$$k = \left[k_г + k_в + \left(k_г - k_в \right) \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos 2r \right] / 2 = \frac{3.6365 \cdot 10^{-4} + 3.2699 \cdot 10^{-3}}{2} +$$

$$+ \frac{\left(3.6365 \cdot 10^{-4} \text{-} 3.2699 \cdot 10^{-3} \right) \cdot \cos^2 24^0 5' \cdot \cos 2 \cdot 45}{2} = 2.6407 \cdot 10^{-3};$$

$$\alpha = \left[k_г \cdot \alpha_г + k_в \cdot \alpha_в \cdot \left(k_г \cdot \alpha_г - k_в \cdot \alpha_в \right) \cdot \cos^2 \beta \cdot \cos 2r \right] / 2k =$$

$$= \frac{3.6365 \cdot 10^{-4} \cdot 0.7427 + 3.2699 \cdot 10^{-3} \cdot 0.6594}{2 \cdot 2.3559 \cdot 10^{-3}} \times$$

$$\times \frac{\left(3.6365 \cdot 10^{-4} \cdot 0.7427 - 3.2699 \cdot 10^{-3} \cdot 0.6594 \right) \cdot \cos^2 (24^0 5') \cdot (\cos 2 \cdot 45)}{2 \cdot 2.3559 \cdot 10^{-3}} = 0.0552.$$

Произведём расчёт погонного ослабления в дожде $\gamma_Д$ (21):

$$\gamma_Д = k \cdot R^{\alpha} = 2.6407 \cdot 10^{-3} \cdot 75^{0.0552} = 3.1117 \cdot 10^{-3} \text{ Дб/км},$$

где R – интенсивность дождя в мм/час с одноминутным усреднением.

Определим эффективную высоту зоны дождя по формуле:

$$h_{эф} = \frac{6,2}{\ln(0,3R + 1,5)} + 0,0015R = \frac{6,2}{\ln(0,3 \cdot 50 + 1,5)} + 0,0015 \cdot 75 = 2,0963$$

км.

Протяжённость наклонной ослабляющей части трассы будет равна (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|

$$d_{Д}=\frac{8500\cdot\sin\Delta}{\cos^2\Delta}\cdot\left(\sqrt{1+\frac{2\cdot h_{эф_{Д}}}{8500\cdot tg^2\Delta}}-1\right)=\frac{8500\cdot\sin 6^0}{\cos^2 6^0}\cdot\left(\sqrt{1+\frac{2\cdot 2{,}0963}{8500\cdot tg^2 6^0}}-1\right)=918{,}143\text{км}.$$

Коэффициент неравномерности дождя (29):

$$r_d=\exp\left[-0{,}0045R^{0{,}68}\left(a_э\cdot tg\Delta\cdot\left\{\sqrt{1+\frac{2h_{эф_{Д}}}{a_э\cdot tg^2\Delta}}\right\}\right)^{0{,}6}\right]=$$

$$=\exp\left[-0{,}0045\cdot 50^{0{,}68}\left(28\cdot tg\Delta\cdot\left\{\sqrt{1+\frac{2\cdot 2{,}0963}{28\cdot tg^2 6^0}}\right\}\right)^{0{,}6}\right]=0{,}6143.$$

Ожидаемое ослабление в дожде $L_{од}$ определяется статическим распределением интенсивности дождя (20):

$$L_{од}=\gamma_д\cdot r_d\cdot d_{Д}=3{,}1117\cdot 10^{-3}\cdot 0.6143\cdot 918{,}143=1{,}755\ \text{дБ}.$$

Для определения суммарного ослабления на трассе космос – Земля при выпадении дождя необходимо рассчитать ослабление в атмосферных газах, как для ясной, так и для пасмурной погоды.

Погонное ослабление в кислороде и водяных парах (27-28):

$$\gamma_{O_2}=\left(\frac{4{,}81}{\left(f-57\right)^2+1{,}5}+7{,}19\cdot 10^{-13}+\frac{6{,}09}{f^2+0{,}227}\right)\cdot f^2\cdot 10^{-3}=$$

$$=\left(\frac{4{,}81}{\left(1.6715-57\right)^2+1{,}5}+7{,}19\cdot 10^{-13}+\frac{6{,}09}{1.6715^2+0{,}227}\right)\cdot 1.6715^2\cdot 10^{-3}=$$

$$=5.6569\cdot 10^{-3}\ \text{дБ/км};$$

$$\gamma_{H_2O}=\left(0.05+0{,}0021\rho+\frac{3.6}{\left(f-22{,}2\right)^2+8.5}\right)\cdot f^2\cdot\rho\cdot 10^{-4}=\left(0.05+0{,}0021\cdot 10+\right.$$

$$\left.+\frac{3.6}{\left(1{,}6715-22{,}2\right)^2+8.5}\right)\cdot 1{,}6715^2\cdot 10\cdot 10^{-4}=2.2176\cdot 10^{-4}\ \text{дБ/км};$$

Получим значения эффективной высоты атмосферы для расчёта

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

поглощения в водяных парах, для ясной и пасмурной погоды (32 - 35):

$$h_{H_2O_{ясн.}} = 1,6 \cdot \left(1 + \frac{3}{\left(f - 22.2\right)^2 + 3}\right) = 1,6 \cdot \left(1 + \frac{3}{\left(1,6715 - 22,2\right)^2 + 3}\right) = 1.6113 \text{км}$$

;

$$h_{H_2O_{пасм.}} = 2,1 \cdot \left(1 + \frac{3}{\left(f - 22.2\right)^2 + 3}\right) = 2,1 \cdot \left(1 + \frac{3}{\left(1,6715 - 22,2\right)^2 + 3}\right) = 2.1148 \text{км}$$

;

$$L_{\text{с}_я} = \frac{h_0 \cdot \gamma_0 \cdot e^{\left(-h_з/h_0\right)} + \gamma_{H_2O} \cdot h_{H_2O_я}}{\sin\Delta} = \frac{120 \cdot 5.6569 \cdot 10^{-3} \cdot e^{\left(-0.156/120\right)} + 2.2176 \cdot 10^{-4} \cdot 1.6113}{\sin 6^0} =$$

$$= 5,4391 \text{дБ};$$

$$L_{\text{с}_п} = \frac{h_0 \cdot \gamma_0 \cdot e^{\left(-h_з/h_0\right)} + \gamma_{H_2O_я} \cdot h_{H_2O_п}}{\sin\Delta} = \frac{120 \cdot 5.6569 \cdot 10^{-3} \cdot e^{\left(-0.156/120\right)} + 2.2176 \cdot 10^{-4} \cdot 2.1148}{\sin 6^0} =$$

$$= 5,4401 \text{дБ}.$$

Для определения потерь в дожде произведём расчёт для наихудшей ситуации и полученный результат будем использовать для дальнейшего расчёта суммарного ослабления на трассе ВС – спутник при выпадении дождя (31).

$$L_д = L_{\text{с}_п} + L_{од} = 5.4401 + 1,7 = 7,1 \text{ дБ}.$$

Зная относительные положения параметров эллипсов поляризации антенн, по (40) определим потери из-за несогласованности поляризации антенн мощности сигнала $L_п$ для данной приёмной антенны:

$$L_п = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{4e_1e_2}{\left(1+e_1^2\right)\left(1+e_2^2\right)} + \frac{\left(1-e_1^2\right)\left(1-e_2^2\right)}{\left(1+e_1^2\right)\left(1+e_2^2\right)} \cdot \cos 2\Psi\right) =$$

$$= \frac{1}{2}\left(1 + \frac{4 \cdot 7,2 \cdot 8,25}{\left(1+7,2^2\right) \cdot \left(1+8,25^2\right)} + \frac{\left(1-7,2^2\right) \cdot \left(1-8,25^2\right)}{\left(1+7,2^2\right) \cdot \left(1+8,25^2\right)} \cdot \cos\left(2 \cdot 45\right)\right) = 0.5326 \text{раз}.$$

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

Потери из-за неточности наведения антенн определим по (30):

$$L_н \approx 1+\left(2\Theta / \Theta_{0,5}\right)^2 = 1+\left(\left(2\cdot 20\cdot\frac{\pi}{180}\right)/\left(10\cdot\frac{\pi}{180}\right)\right)^2 = 15,85 \text{раз}.$$

Подставив полученные выражения в формулу (15) получим:

$$L_{доп} = L_а + L_д + L_н + L_п = 0,28 + 7,1 + 12 - 2,76 = 16,62 \text{дБ}.$$

Для расчёта шумовой температуры приёмника вычислим полосу приёмника:

$$\Delta f_ш = f_в - f_н = 1525 - 1518 = 7 \text{МГц}.$$

Вычислим шумовую температуру антенны (34), для этого определим по (35) шумы антенны:

$$T_{ш.А} = T_0\left(L_м - 1\right)/L_м = 290\left(0,8-1\right)/0,8 = 72,5 \text{K}.$$

Значения влияния обтекателя антенны примем как идеальные, предположим, что условия идеальны и космическое излучение не оказывает никакого действия.

Значение $T_а$ определим из выражения 35:

$$T_а = \frac{G_2}{4\pi}(T_K + T_{атм} + T_З) = \frac{33,1}{4\pi}\left(10+10+33\right) = 113,26 \text{K}.$$

Шумовую температуру внешних шумов на входе фидера будем считать идеальной.

$$T_A = T_а + T_{ш.А} + T_{об} = 113,26 + 72,5 + 0 = 185,76 \text{K}.$$

Шумовая температура приёмника (33):

$$T_\sum = T_A\eta_B + T_0\left(1-\eta_B\right) + T_{пр} = 185,76\cdot 0,8 + 290\cdot\left(1-0,8\right) + 160 = 366,608 \text{K}$$

.

Вычислим $P_{ш.б.}$:

$$P_{ш.б.} = k\cdot T_{\sum б}\Delta f_{ш.б.} = 1,38\cdot 10^{-23}\cdot 366,608\cdot 7\cdot 10^9 = 3,5414\cdot 10^{-11} \text{Вт}.$$

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

Подставив вычисленные значения в формулу, так как мы производим расчёт для активного ретранслятора (8 – 9) и выразив из формул отношения С/Ш, определим их для участка Земля – спутник находящегося в Москве:

$$\left(\frac{P_c}{P_ш}\right) = G_{пер.з.} + G_{пр.б.} + \eta_{пер.з.} + \eta_{пр.б.} + P_{пер.б.} - L_0 - L_{доп} - P_{ш.з.} =$$

$$= 34 + 32 + 0{,}8 + 0{,}9 + 15{,}44 - 159{,}83 - 16{,}62 + 104{,}5 = 13{,}19 \text{ дБ}.$$

При условии, что отличие в расчёт отношения С/Ш для двух участков линии связи отличается только высотой нахождения станции над уровнем моря (ВС), для расчёта участка воздушное судно – Спутник произведём аналогичные расчёты, что и для участка спутник – Земля.

Полоса приёмника на трассе ВС – спутник:

$$\Delta f_ш = f_в - f_н = 1675 - 1668 = 7 \text{МГц}.$$

Значения дополнительных потерь изменятся из-за потерь в гидрометеорах, которые будут равны:

$$L_д = L_{г_п} + L_{од} = 4{,}81 + 1{,}6 = 6{,}41 \text{ дБ}.$$

Соответственно суммарные ослабления в атмосфере будут равно:

$$L_{доп} = L_а + L_д + L_н + L_п = 0{,}28 + 6{,}41 + 12 - 2{,}76 = 15{,}93 \text{ дБ}.$$

Вычислим $P_{ш.б.}$:

$$P_{ш.б.} = k \cdot T_{\sum б} \Delta f_{ш.б.} = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 366{,}608 \cdot 7 \cdot 10^9 = 3{,}5414 \cdot 10^{-11} \text{ Вт}.$$

Значения шумовой температуры приёмника и мощности внешних шумов одинаковы для двух участков.

Таким образом для участка ВС – спутник (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|

$$\left(\frac{P_c}{P_ш}\right) = G_{пер.з.} + G_{пр.б.} + \eta_{пер.з.} + \eta_{пр.б.} + P_{пер.б.} - L_0 - L_{доп} - P_{ш.з.} =$$

$$= 32 + 34 + 0{,}8 + 0{,}9 + 15{,}44 - 159 - 15{,}93 + 104{,}5 = 14{,}71 \text{дБ}.$$

Аналогично произведём расчёт для контрольных точек координат территории РФ имеющих различную задержку сигнала, которая зависит от технических особенностей ССС Гонец, а также вычислим по графику (рисунок 24) вероятность ошибки относительно отношения С/Ш, данные занесём в таблицу 10.

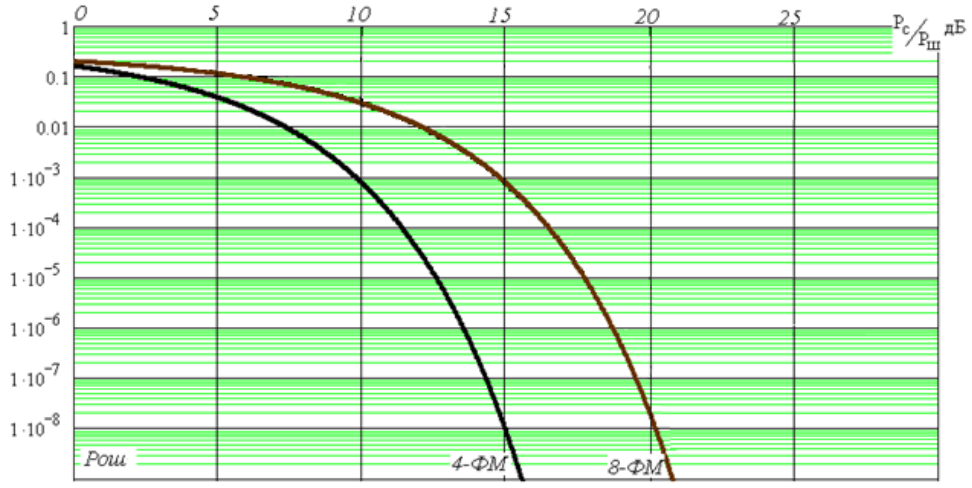


Рисунок 24. Вероятность битовой ошибки от отношения сигнал/шум

Таблица 11

Отношение С/Ш и вероятность ошибки для различных координат территории РФ

Контрольные точки	Отношение С/Ш для трассы спутник – Земля	Отношение С/Ш для трассы ВС – спутник	Вероятность ошибки от отношения С/Ш
Москва	13,19	14,71	$10^{-4} – 10^{-6}$
Куруш	12,56	14,52	$10^{-3} – 10^{-6}$
Нижневартовск	12,12	12,42	$10^{-4} – 10^{-5}$
Норильск	12,91	13,71	$10^{-5} – 10^{-6}$

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

Контрольные точки	Отношение С/Ш для трассы спутник – Земля	Отношение С/Ш для трассы ВС – спутник	Вероятность ошибки от отношения С/Ш
Владивосток	11,82	12,27	$10^{-4} – 10^{-5}$
Иркутск	12,01	12,35	$10^{-4} – 10^{-5}$
Анадырь	11,23	13,47	$10^{-3} – 10^{-5}$
ЗемляФранца-Иосифа	11,95	13,68	$10^{-4} – 10^{-6}$
Ростов на Дону	10,83	12,95	$10^{-3} – 10^{-5}$

Спутниковые линии связи являются энергетически напряженными из-за тенденции к уменьшению мощности передатчиков, упрощению земных станций, массогабаритных ограничений на используемое оборудование. В данном разделе дипломной работы была представлена общая характеристика энергетического потенциала спутниковых линий связи «Воздушное судно – спутник – Земля» путем записи обобщенного уравнения энергетического баланса для данного участка.

Основной целью расчёта было выявление возможности использования МСПСС Гонец М1 для передачи через неё необходимого объёма полётной информации в пределах РФ.

Исходные данные для расчета были представлены выше в таблицах 6, 11. С учетом их было найдено значение затухания сигнала в свободном пространстве для двух участков. Для участка спутник – Земля оно составило 159,83 дБ, а для участка спутник – ВС – 159 дБ.

Нельзя оставить без внимания и ряд дополнительных потерь на трассе распространения сигнала, вызванных поглощением в кислороде и водяных парах, влиянием гидрометеоров (дождь, снег, туман), несогласованностью антенн, их шумовой температурой, наличие

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

шумов космоса. Учет данных потерь позволит грамотно спроектировать систему связи с точки зрения ее эффективности (высокого коэффициента полезного действия) Данные потери рассчитываются различными методами (при использовании графиков и формул) и соответственно равны, для трассы ВС – Спутник 14,71 дБ, а для трассы спутник – Земля 13,19.

После расчета всех промежуточных величин было рассчитано отношение сигнал/шум на входе демодулятора приемного устройства. Расчет ОСШ был проведен для нескольких городов. Так как использовалась модуляция ФМ-4 по графику (рисунок 24) была определена вероятность битовой ошибки для каждого рассчитанного значения. Анализ полученных данных позволяет с уверенностью сказать, что ССС Гонец М 1 может передавать как цифровые так речевые сообщения в указанных городах, так как для удовлетворительного приёма цифровой информации, вероятность битовой ошибки должна быть не менее 10^{-5}, а для речевой не менее 10^{-3}.

Библиографический список

1. Техническое руководство ИКАО по окружающей среде, регламентирующее использование методик при сертификации воздушных судов по шуму [Текст]: учебник. Монреаль, 2011. – 106.

2. Коптев Д.С. Структурно-функциональная модель OPENFLOW- коммутатора программно-конфигурируемых сетей (SDN / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей Международной научно-практической конференции– Казань., 2017. – 35 - 37 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. Шевцов А.Н. Рассчёт отношения сигнал/шум и определение вероятности символьной ошибки для лётной трассы «Воздушное судно – спутник ЯМАЛ-ЗЕМЛЯ» / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – СПб, 2017. – 572 - 601 с.

4. Коптев Д.С. Структурно-функциональная схема телемедицинской системы мониторинга биометрических параметров человека / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник научных трудов по материалам IМеждународной научно-практической конференции – М., 2017. – 147 - 176 с.

5. Хмелевская, А.В. Расчёт оптимального количества операторов call-центра на базе приёмной комиссии ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2 (19). С. 66-72.

6. Хмелевская, А.В. Алгоритм имитационного моделирования системы массового обслуживания в среде динамического моделирования MATLAB/SIMULINK/ А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 1 (18). С. 77-90.

7. Хмелевская, А.В. Исследование потоков заявок, поступающих в приемную комиссию ЮЗГУ/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного

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

государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 37-49.

8. Хмелевская, А.В. Вариант алгоритма моделирования системы массового обслуживания общего вида (G/G/N/K) с произвольным законом распределения поступающих заявок/А. В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов//Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 3 (18). С. 63-71.

9. Хмелевская, А.В. Структурно-функциональная модель подсистемы расчета параметров входного потока заявок для различных систем массового обслуживания / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, Д.К. Никандрова, А.Н. Щитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2017. – Т. 7. № 1 (22). – С. 48-56.

10. Хмелевская, А.В. Сравнительный анализ наиболее распространенных программных комплексов моделирования телекоммуникационных сетей применительно к задаче изучения дисциплин по направлению «Инфокоммуникации» / А.В. Хмелевская, Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Материалы докладов IV региональной заочной научно-практической конференции "ИИС-2016" «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы». – 2017. – С. 189-203

11. Коптев, Д. С. Общая структура OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.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|

Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Инновационные процессы в научной среде». – 2017г. – С. 118 – 120.

12. Коптев, Д. С. Структурно – функциональная модель OPENFLOW коммутатора программно – конфигурируемых сетей (SDN) / Д.С. Коптев, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов // Сборник статей международной научно – практической конференции: в 3 частях «Современный взгляд на будущее науки». – 2017г. – С. 35 – 37.

13. Коптев, Д.С. Сравнительный анализ наиболее перспективных стандартов беспроводных сетей связи / Д.С. Коптев, А.Н. Щитов, А.Н. Шевцов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. - №1. – С. 185 – 191

14. Коптев, Д.С. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OPENFLOW / Д.С. Коптев, И.Г. Бабанин // Сборник научных статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции: в 2 частях «Инфокоммуникации и информационная безопасность: состояние, проблемы и пути решения». – 2016. – С. 183-193

15. Бабанин, И.Г. Исследование целесообразности применения средств компенсации дестабилизирующих факторов в спутниковом радиоканале при передаче сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией различной позиционности / И.Г. Бабанин, А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, А.А. Токарева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 4 (17). – С. 30-34.

16. Шевцов, А.Н. Обеспечение безопасности с точки зрения

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

проверки прав доступа к ресурсам (AAA) / А.Н. Шевцов, А.Н. Щитов, Д.С. Коптев, Д. К. Никандрова // Сборник научных трудов по материалам I международной научно – практической конференции «Современные технологии в науке и образовании: проблемы, достижения, перспективы». – 2016. – С. 105 – 108.

.

Электронное научное издание

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ЭНЕРГЕТИКА И ИНФРАСТРУКТУРА: ПРОБЛЕМЫ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции

25 сентября 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 978-1-370-41337-9

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 16,7. Тираж 100 экз.
Издательство НОО Профессиональная наука
Нижний Новгород, ул. Ломоносова 9, офис 309
Издательство Smashwords, Inc.15951 Los Gatos Blvd., Ste 16, USA