

JUNE 2025 | ISSUE #6(2)

**INTERNATIONAL JOURNAL
OF PROFESSIONAL
SCIENCE**

.....

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL



SCIPRO.RU

ISSN 2542-1085

SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES

UDC 001
LBC 72

International Journal Of Professional Science: international scientific journal, Nizhny Novgorod, Russia: Scientific public organization “Professional science”, №6(2) - 2025. 99 p.

ISSN 2542-1085

International journal of Professional Science is the research and practice edition which includes the scientific articles of students, graduate students, postdoctoral students, doctoral candidates, research scientists of Russia, the countries of FSU, Europe and beyond, reflecting the processes and the changes occurring in the structure of present knowledge.

It is destined for teachers, graduate students, students and people who are interested in contemporary science.

All articles included in the collection have been peer-reviewed and published in the form in which they were presented by the authors. The authors are responsible for the content of their articles.

The information about the published articles is provided into the system of the Russian science citation index – RSCI under contract № 2819-10/2015K from 14.10.2015

The electronic version is freely available on the website <http://scipro.ru/ijps.html>

UDC 001

LBC 72



Editorial team

Chief Editor – Krasnova Natalya, PhD, assistant professor of accounting and auditing the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction. (mail@nkrasnova.ru)

Zhanar Zhanpeisova — Kazakhstan, PhD

Khalmatova Barno Turdyhodzhaeva — Uzbekistan, MD, Professor, Head of the Tashkent Medical Academy

Tursunov Dilmurat Abdullazhanovich — Kyrgyzstan, PhD, Osh State University

Ekaterina Petkova, Ph.D Medical University — Plovdiv

Stoyan Papanov PhD, Department of Pharmacognosy and pharmaceutical chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University — Plovdiv

Materials printed from the originals filed with the organizing committee responsible for the accuracy of the information are the authors of articles

Editors N.A. Krasnova, 2025

Article writers, 2025

Scientific public organization
“Professional science”, 2025

Table of contents

INTRODUCTION	5
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION	6
Frolova U.A. Design of a residential neighborhood on the quarry site in Vladivostok using regenerative design and revitalization methods.....	6
ENGINEERING APPLICATIONS.....	12
Kudashkina Yu. E. Development of the administrative panel for MyOffice Mail	12
Manukovsky D.D., Korchagin M.S., Petrukhnova G.V. Reconfigurable debugging circuit board based on Atmega 16 microcontroller.....	22
ENVIRONMENT AND ECOLOGY	29
Adamets T.M. The relationship between hydrotechnical melioration, air composition and human health	29
MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE.....	39
Bardakov E.S., Magomedov O.Kh., Pantin A.A., Luzanov M.I., Bogacheva E.V. Dental status and need for treatment in elderly and senile people living in different climatogeographic zones	39
REVIEWS AND ANALYSIS	45
Orlov D.N., Bakhteeva E.I. Program of measures to improve strategic planning for the development of the consumer market of the largest city.....	45
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS	54
Aksyutin M. M. Questions of choosing procedures for rationality in the design of technical objects	54
Borodin I. Prospects for the application of Scan-to-BIM technology in engineering and construction: current state and future development.....	66
Ilyin P.A., Petrukhnova G.V. Systems track software errors throughout the life cycle...	73
Rusov A.V. Analysis of the effectiveness of online training in manual testing for beginning IT specialists.....	80
Tsepunov K.Yu. Modeling of the Peaucellier – Lipkin linkage	87
CONCLUSION	98

INTRODUCTION

Dear readers,

We are pleased to present you with the second issue of the sixth issue of the "International Journal of Professional Science", which continues the tradition of publishing relevant research and advanced technologies in various fields of science and practice. This issue presents a wide range of topics, from the design of a residential block to innovations in software and medical research. We strive not only to cover current achievements in architecture, engineering and ecology, but also to unite the efforts of scientists and practitioners to solve complex problems of our time.

In the first part of the magazine, readers will be able to familiarize themselves with the design of a residential block on the site of a quarry in Vladivostok, implemented using regenerative design and revitalization methods. Next, we will present engineering developments, including the creation of an administrative panel for the MyOffice Mail and a reconfigurable debug board based on the Atmega 16 microcontroller. The section on the environment and ecology will offer an interesting study of the relationship between hydrotechnical melioration, air composition and human health. We will also consider important medical studies concerning the dental status of the elderly, as well as reviews and analysis of strategic planning for the development of the consumer market.

We are confident that the presented articles will be interesting and useful both to the scientific community and to professionals working in these areas.

Sincerely,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

UDC 728

Frolova U.A. Design of a residential neighborhood on the quarry site in Vladivostok using regenerative design and revitalization methods

Проектирование жилого микрорайона на территории карьера в г. Владивосток с использованием методов регенеративного проектирования и ревитализации

Frolova Uliana Andreevna

Student, Department of Architecture and Urban Planning,
Institute of Architecture and Design, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Industrial University of Tyumen»
Scientific adviser

Aksenova Svetlana Borisovna, Sr. Lect., Department of Architecture and Urban Planning,
Institute of Architecture and Design, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Industrial University of Tyumen»
Фролова Ульяна Андреевна

Студент кафедры «Архитектуры и градостроительства»,
Институт архитектуры и дизайна, Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»
Научный руководитель

Аксёнова Светлана Борисовна, ст. преп. кафедры «Архитектуры и градостроительства»,
Институт архитектуры и дизайна, Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Abstract. This paper examines the regenerative design methodology as a tool for the restoration and transformation of an abandoned industrial quarry site in Vladivostok. Particular attention is paid to the conceptual solution, which includes the development of eco-oriented residential areas with elements of sustainable construction, such as energy-saving technologies and optimal distribution of green spaces. The project offers new opportunities for urban development by integrating the restored territory into existing urban structures, offering a solution to the problem of degraded lands and stimulating the formation of a modern, viable and aesthetically attractive urban environment.

Keywords: Regenerative design, revitalization, urban fabric, sustainable construction

Аннотация. Настоящая статья рассматривает методологию регенеративного проектирования как инструмент восстановления и преобразования заброшенной промышленной территории карьера в г. Владивосток. Особое внимание уделяется концептуальному решению, включающему разработку экологоориентированных жилых районов с элементами устойчивого строительства, такими как энергосберегающие технологии и оптимальное распределение зеленых насаждений. Проект предлагает новые возможности для городского развития путем интеграции восстановленной территории в существующие городские структуры, предлагая решение проблемы деградирующих земель и стимулируя формирование современной, жизнеспособной и эстетически привлекательной городской среды.

Ключевые слова: Регенеративное проектирование, ревитализация, городская ткань, устойчивое строительство

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В условиях урбанизации и экологических изменений, таких как деградация карьеров, подходы к проектированию и развитию территорий с целью рекультивации и ревитализации становятся все более важными для создания устойчивых и экологически безопасных микрорайонов.

Целью нашей работы является разработка концепции жилой застройки, как способа реабилитации карьера по улице Лоскутова в г. Владивосток с помощью методов регенеративного проектирования.

Анализ исходной ситуации. Проблемы. Карьер по ул. Лоскутова расположен вблизи сложившейся городской застройки, и может быть интегрирован в общую структуру как локальный центр, сочетающий функции жилья, рекреации и социальной инфраструктуры. Регенерация этой территории соответствует вектору децентрализации и создания самодостаточных микрорайонов, повышающих связанность городской ткани.

Анализ существующего ландшафта. Предпосылки трансформации. Как отмечается в статье В.Ф. Шепелева «Формирование архитектурной среды депрессивных промышленных территорий» (2018), подобные карьеры обладают рядом пространственных преимуществ: изолированность от магистрального шума; уникальный микрорельеф, пригодный для террасной застройки; сформировавшиеся естественные водоёмы и дренажные системы; возможность контролируемой инсоляции и ветровой защиты.

Объект исследования представляет собой территорию, которая в настоящее время не используется по назначению и имеет множество проблем, связанных с экологическим состоянием, отсутствием инфраструктуры и малой интеграцией в городскую структуру.



Рисунок 1. Карьер по ул. Лоскутова в г. Владивосток

Мировой опыт проектирования является ярким доказательством того, что интеграция подобных ландшафтов дает толчок к новым функциям территории.



Рисунок 2. Quarry Garden, ландшафтный парк в Шанхае 2. Dalhalla, оперный театр в Швеции

Предложение. Ключевым аспектом является использование методов регенеративного проектирования, направленного на восстановление экосистем и создание устойчивых условий для жизни человека и природы в долгосрочной перспективе.

Рассмотрим основные этапы и ключевые элементы этого процесса:

1. Создание зеленой инфраструктуры и восстановление экосистем, создание искусственных водоемов и лесопосадки.
2. Жилая застройка и устойчивое строительство.

Для обеспечения комфортных условий проживания проект предусматривает создание экологически чистых жилых комплексов с использованием следующих принципов:

Энергоэффективность: здания будут оснащены современными системами отопления, вентиляции и кондиционирования с использованием солнечных панелей и геотермальных систем.

Гибкая планировка для создания жилых и коммерческих пространств, которые могут быть адаптированы в зависимости от потребностей жителей.

Типологическое разнообразие среднеэтажной жилой застройки. Среднеэтажная жилая застройка обладает рядом преимуществ, обусловленных её типологическими и пространственными характеристиками. Данный формат обеспечивает гармоничное сочетание баланса высотности и плотности, способствуя формированию дружелюбной масштабной городской ткани и повышая связность городской среды. Периметральная и квартальная организация жилых пространств формирует защищённые и функциональные дворовые территории, способствует социальной интеграции и развитию комфортной локальной среды. Оптимизированные показатели инсоляции, аэрации и эксплуатируемой площади улучшают микроклиматические условия и эргономику проживания. Среднеэтажная застройка способствует созданию выразительного архитектурного облика без избыточного визуального давления и поддерживает человеческий масштаб, одновременно позволяя эффективно интегрировать объекты социальной инфраструктуры и транспортную доступность. Таким образом, среднеэтажные жилые комплексы способствуют формированию устойчивой, сбалансированной и многофункциональной городской среды.

В связи с этим проектное предложение по организации территории микрорайона тесно связано с рельефом местности, видовыми доминантами, инсоляционным режимом, а также со структурной организацией.

Функционально жилая территория дробиться в соответствии с типологией зданий, находящихся на ней. Таким образом получилось выделить 4 типа жилья: галерейный - выбор обусловлен адаптацией наиболее крутого склона карьера при отсутствии инсоляции с его стороны, двухсекционный - средний сегмент, формирует ключевой показатель обеспеченности жильем в микрорайоне, урбан-вилла (односекционный повышенного класса-комфортности), урбан-вилла (по типу проживания - апартаменты)- повышенный класс комфортности в отдельной части карьера с приватной территорией и личной рекреацией.

3. Инфраструктура и общественные пространства

Важным аспектом является создание доступной социальной инфраструктуры:

Образовательные и медицинские учреждения, детские и спортивные площадки.

Транспортная инфраструктура с развитием велосипедных дорожек, пешеходных зон и улучшением транспортной доступности.

Общественные зоны: парки, площади и зоны для отдыха, которые способствуют развитию активного досуга.

4. Интеграция технологий с целью обеспечения закрытости циклов

Включение современных технологий в управление энергопотреблением и водоснабжением, например, использование систем интеллектуальных сетей, которые обеспечат эффективное использование ресурсов.

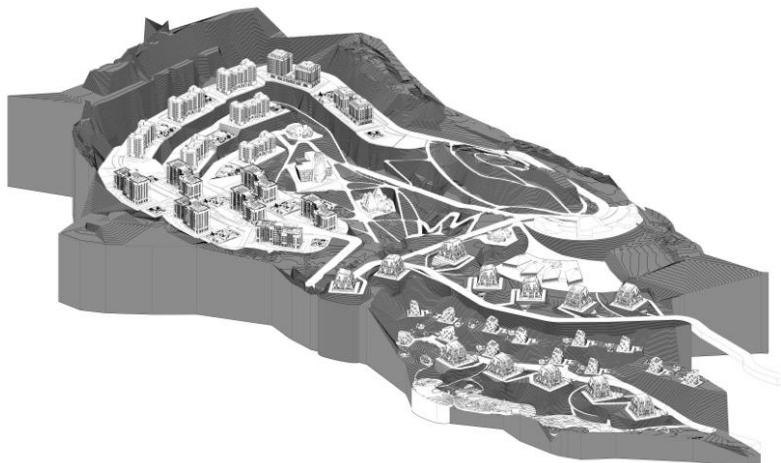


Рисунок 3. Проектное предложение

Заключение. Таким образом, ревитализация территории бутцебёночного карьера с применением методов регенеративного проектирования способствует не только формированию современного микрорайона с нормативной инфраструктурой, но и влияет на стратегическое развитие городской ткани Владивостока. Это возможность для города перезапустить старые промышленные зоны, сделать их частью устойчивой, инновационной и многоуровневой городской среды будущего.

References

1. Международный конкурс студенческих проектов — RENACTIVE. — Режим доступа: <https://renactive.pro/studentcompetition> (дата обращения: 11.06.2024).
2. Быцкий И.С., Дробышева И.В. Архитектурное проектирование жилых зданий в условиях Севера // Научное мнение. — 2018. — №1. — С. 62–67. — Режим доступа: https://nionc.togudv.ru/media/nionc/articles-2018/62_1.pdf (дата обращения: 11.06.2024).
3. Соловьёва И.А., Иванова М.А. Современные тенденции в проектировании объектов инфраструктуры // Вестник Дальневосточного федерального университета. — 2018. — №1. — С. 93–98. — Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/ffa/2018-1-11.pdf> (дата обращения: 11.06.2024).

4. Казанцев П.А., Березина А.А., Болевская А.Я., Бурдина Д.П., Ван-Хо-Бин Е.А., Марус Я.В. Исследование предпосылок формирования устойчивой к климатическим изменениям городской среды в условиях горного побережья и муссонного климата (на примере г. Владивостока) // Урбанистика. — 2024. — № 3. — С. 28-52. DOI: 10.7256/2310-8673.2024.3.71098 EDN: XFWKSC URL: <https://nbpublish.com/libraryreadarticle.php?id=71098>
5. Мастер-план Владивостокская агломерация. Восточный экономический форум, сентябрь 2023. — Режим доступа: https://www.vlc.ru/upload/iblock/626/bho58yemtg18p1x0497sut3v5q5xjmeh/Master_plan_Vladivostokskaya-aglomeratsiya_VEF_09_2023.pdf (дата обращения: 11.06.2024).
6. Назаренко Н. В. Формирование стратегии при ревитализации депрессивной городской среды // КиберЛенинка. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-strategii-pri-revitalizatsii-depressivnoy-gorodskoy-sredy/viewer> (дата обращения: 22.10.2023).

ENGINEERING APPLICATIONS

UDC 62

Kudashkina Yu. E. Development of the administrative panel for MyOffice Mail

Разработка административной панели для МойОфис Почта

Kudashkina Yu. E.

Student of the Faculty of Mathematics and Information Technology
Mordovian State University named after N. P. Ogarev
(Department of Data Analysis and Artificial Intelligence)

Supervisor: **Kameneva Inga Olegovna**,
candidate of pedagogical sciences, associate professor
Кудашкина Ю. Е.

Студент Факультета математики и информационных технологий
Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва
(Кафедра анализа данных и искусственного интеллекта)
Научный руководитель: Каменева Инга Олеговна,
кандидат педагогических наук, доцент

Abstract. The article presents the development of an administrative panel for managing accounts of employees of educational institutions, taking into account integration with external systems - My Office Mail and EIS. The solution architecture, database design, implementation of interfaces and data synchronization mechanisms, as well as ensuring the security and reliability of the system are considered. The main attention is paid to the automation of the processes of creating, editing and deactivating accounts, as well as monitoring their relevance. The work is based on modern technologies such as Laravel, Orchid and REST API, using a modular approach and the MVC model. The development is aimed at simplifying administrative work, reducing errors in maintaining credentials and increasing security within the digital educational infrastructure.

Keywords: administrative panel, account management, My Office Mail, Laravel, system integration, educational institutions, data synchronization, security.

Аннотация. В статье представлена разработка административной панели для управления учётными записями сотрудников образовательных учреждений с учётом интеграции с внешними системами – «Мой офис Почта» и ЭИОС. Рассматриваются архитектура решения, проектирование базы данных, реализация интерфейсов и механизмов синхронизации данных, а также обеспечение безопасности и надёжности функционирования системы. Основное внимание уделяется автоматизации процессов создания, редактирования и деактивации учётных записей, а также контролю за их актуальностью. Работа основана на современных технологиях, таких как Laravel, Orchid и REST API, с применением модульного подхода и модели MVC. Разработка направлена на упрощение административной работы, снижение ошибок при ведении учётных данных и повышение безопасности в рамках цифровой образовательной инфраструктуры.

Ключевые слова: административная панель, управление учётными записями, «Мой офис Почта», Laravel, интеграция систем, образовательные учреждения, синхронизация данных, безопасность.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент,
заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и
проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Введение

Современные образовательные учреждения всё чаще сталкиваются с необходимостью автоматизации процессов управления учётными записями сотрудников. Эффективное администрирование данных сотрудников, включая информацию о их должностях, доступах, статусах и связи с различными системами, требует наличия централизованного инструмента для работы с такими данными.

Методология исследования и подход к проектированию

Интерфейс административной панели спроектирован с учётом принципов удобства навигации, быстрого доступа к ключевым функциям и интуитивной логики переходов между экранами. Основной (начальный) экран представляет собой панель с боковым меню, содержащим разделы: «Аккаунты», «Уволенные работники», «Аккаунты без привязки к ЭИОС», «Подразделения», «Создать заявку», «Настройки», «Пользователи», «Роли» и, при необходимости, дополнительные служебные модули [1]. Схема экрана представлена на рисунке 1, где отражена общая структура интерфейса.

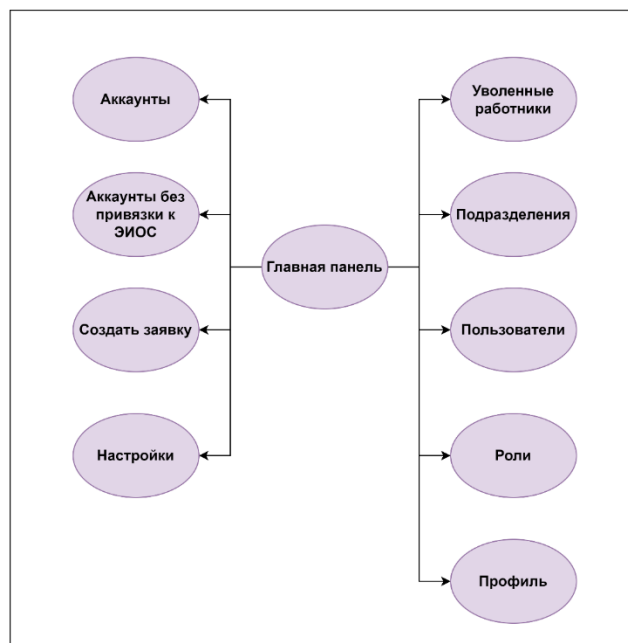


Рисунок 1 – Схема административной панели

Раздел «Уволенные работники» служит для контроля над актуальностью учётных записей. Здесь отображаются все работники, чьи статусы в ЭИОС указывают на завершение трудовых отношений. Администратор может отфильтровать список по дате увольнения, подразделению, а также выполнить массовые действия по деактивации учётных записей.

В разделе «Настройки» администратор может управлять шаблоном сообщения, которое будет отправляться при создании аккаунта и управлять сменой автоматического и ручного режимов отключения аккаунтов.

Реализация основных компонентов панели управления

Одним из основных компонентов административной панели является таблица работников, реализованная с помощью Orchid Screen и компонента TD::make. В таблице отображаются все ключевые данные о пользователях, такие как ФИО, должность, подразделение, статус (активен/уволен), а также ссылки на профили в «Мой офис Почта» и ЭИОС. Пример экран а с данными работника представлен на рисунке 2.

Информация о работнике

ИД ЭИОС

9d1-11d69cd362bb

ФИО

Кудашкина Юлия Евгеньевна

Электронная почта

kudashkina@mrsu.ru, testkudashkina@mrsu.ru, test2kudashkina@mrsu.ru, test5kudashkina@mrsu.ru, testkudashkina789@mrsu.ru

Факультет	Кафедра	Должность	Дата приема на работу	Дата увольнения
Центр ИНТЕРНЕТ	группа развития телекоммуникационных и телематических служб	Программист	2024-05-13	
Факультет математики и информационных технологий	кафедра информационных технологий и программирования	Ассистент	2024-09-04	
Факультет математики и информационных технологий	кафедра систем автоматизированного проектирования	Ассистент	2024-09-04	

Настроить столбцы

ИД аккаунта в VgBilling	Пароль	Статус	Группа	Количество сессий	Выбрать	Удалить
22	Обновить	Активен	Сотрудники (MRSU)	1	Сохранить	☐

Рисунок 2 – Информация о работнике

Используются встроенные средства фильтрации (Layout::filter) по различным полям: статус, подразделение, дата обновления и другие. Реализована пагинация с использованием paginate(), чтобы ограничить количество записей на странице и избежать перегрузки интерфейса.

Интеграция с «Мой офис Почта» и ЭИОС осуществляется через API-клиенты [2], вызываемые из Screen-контроллеров. Обновление данных может выполняться вручную через кнопки (Button::make) или автоматически через планировщик заданий (Schedule). Все данные синхронизаций фиксируются в базе и отображаются на отдельном экране логов. Реализована проверка ошибок интеграции и оповещение администратора при сбоях.

Для защиты системы используется встроенная в Laravel система авторизации. Защита от CSRF, XSS, шифрование чувствительных данных (например, логинов и

паролей), регулярные бэкапы и ограничение доступа к экранам на уровне Permission::make обеспечивают высокий уровень безопасности [3].

Управление пользователями и учётными записями

Для удобства администраторов была реализована форма для добавления новых пользователей, в которую включены все необходимые поля для ввода данных: ФИО, электронная почта, должность, подразделение, форма создания заявки представлена на рисунке 3. При добавлении нового пользователя система автоматически проверяет уникальность логина и email, чтобы избежать ошибок при создании учётных записей. В случае дублирования данных выводится соответствующее уведомление для администратора.

Рисунок 3 – Форма создания заявки

Отключение учётных записей пользователей происходит по заранее установленным бизнес-правилам и с учётом безопасности. При отключении учётной записи производится проверка на наличие связанных данных в других системах, таких как «Мой офис Почта» и ЭИОС. Если работник имеет дату увольнения на всех должностях, то запись попадает в таблицу «Уволенные работники», представленную на рисунке 4. Тут производится ручное или автоматического отключение аккаунта. Также предусмотрен механизм восстановления отключенных аккаунтов, в случае возврата работника в организацию.

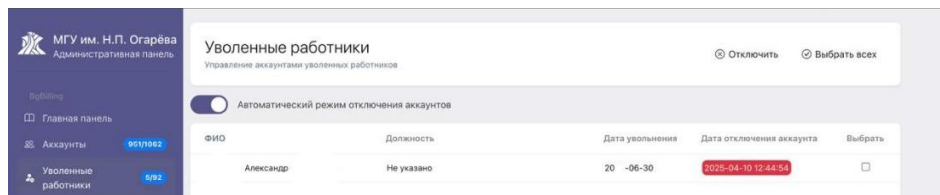


Рисунок 4 – Экран «Уволенные работники»

Одной из ключевых функций управления учётными записями является синхронизация данных с внешними системами, такими как «Мой офис Почта» и ЭИОС. Структурные подразделения университета, полученные из ЭИОС отображаются на экранах с определенными метриками, например количеством работников, имеющих аккаунт, реализация экрана представлена на рисунке 12.

При добавлении или редактировании учётной записи в административной панели система автоматически проверяет наличие соответствующей записи в ЭИОС или «Мой офис Почта». Если пользователь существует в одной из этих систем, то его данные синхронизируются с административной панелью, что гарантирует актуальность информации.

Связывание данных между «Мой офис Почта» и ЭИОС

Процесс связывания данных начинается с сопоставления информации, которая может служить ключевыми идентификаторами между двумя системами. В большинстве случаев это могут быть такие данные, как ФИО, дата рождения, должность и подразделение. На этапе синхронизации административная панель проверяет, есть ли в системе «Мой офис Почта» учётная запись, соответствующая данным работника из ЭИОС, и наоборот. В случае совпадений данных, система автоматически привязывает учётную запись пользователя к его профилю в другой системе и создает запись в таблице `mapping_contract_employee`.

Особое внимание уделено обработке случаев, когда один работник может иметь несколько учётных записей в «Мой офис Почта» или в ЭИОС. Это может происходить в случаях, когда работник работает в нескольких подразделениях или имеет доступ к нескольким почтовым ящикам. В таких ситуациях система должна корректно синхронизировать данные, обеспечивая правильное отображение информации и предотвращая дублирование записей [4].

Для удобства администраторов разработан интерфейс, который позволяет вручную проверять и корректировать связи между записями в «Мой офис Почта» и ЭИОС. Если автоматическое связывание данных не дало однозначного результата (например, из-за небольших расхождений в ФИО или других полях), администратор может вручную выбрать подходящий профиль в обеих системах и установить нужные

связи, экран привязки аккаунта к работнику.

Механизмы фильтрации, блокировки и мониторинга статусов работников

Функции фильтрации, блокировки и мониторинга статусов работников обеспечивают администраторов средствами для оперативного контроля и управления учётными записями, а также способствуют соблюдению правил безопасности и эффективной работы системы.

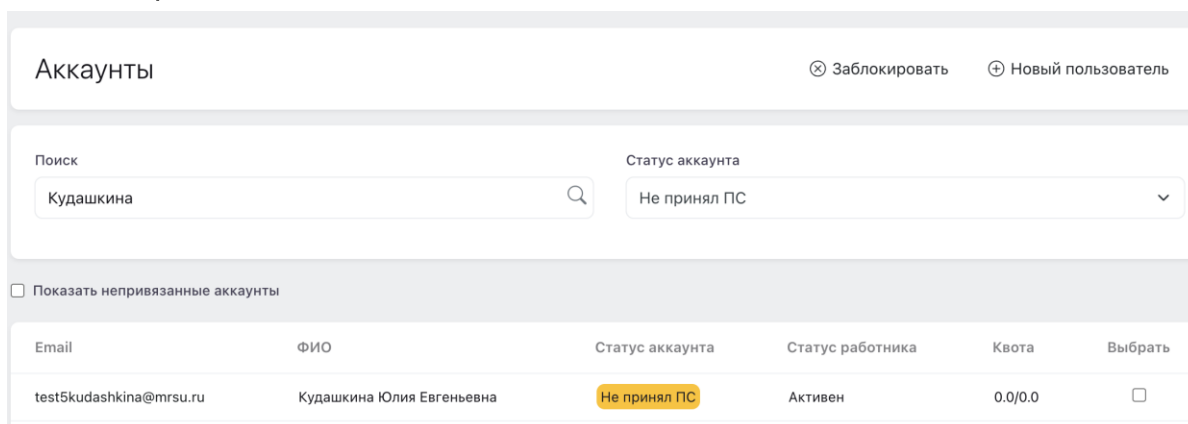


Рисунок 5 – Результат поиск

Блокировка пользователей позволяет оперативно ограничивать доступ работников к системе в случае нарушения внутренней политики безопасности или при увольнении. В панели предусмотрена функция блокировки учётных записей, которая может быть выполнена как вручную, так и автоматически. В случае увольнения работника система автоматически блокирует его доступ к корпоративным почтовым ящикам в «Мой офис Почта» [5].

Помимо этого, в системе реализована функция периодической проверки статусов работников, чтобы оперативно реагировать на изменения, увольнение или перевод в другой отдел. Каждый статус отображается в системе и автоматически синхронизируется с внешними системами — «Мой офис Почта», что позволяет следить за актуальностью данных в реальном времени. Например, если работник сменил подразделение, его доступы могут быть обновлены, а при увольнении — заблокированы. Все эти действия фиксируются в журнале изменений, что обеспечивает прозрачность и позволяет отслеживать историю статусов работников.

Работа с разделами административной панели

Административная панель была разбита на логически обособленные разделы, отражающие ключевые процессы: управление пользователями, доменами, доступами,

профилями, фильтрами почты и журналами событий. Каждый раздел реализован в виде отдельного интерфейса.

Рассмотрим подробнее раздел «Аккаунты». Раздел отображает список всех действующих почтовых аккаунтов, привязанных к сотрудникам. Показывает актуальные данные о логинах, статусе, количестве сессий и параметрах учётной записи. Раздел представлен на рисунке 6.

Email	ФИО	Статус аккаунта	Статус работника	Квота	Выбрать
kudash99@mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	Заблокирован	Уволен	0.0/0.0	☐
test3kudashkina@mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	Заблокирован	Уволен	0.0/0.0	☐
testkudashkina789@mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	Активен	Уволен	0.0/2.0	☐
yekuda1@math.mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	Заблокирован	Уволен	0.0/0.0	☐
yekuda2@math.mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	Заблокирован	Уволен	0.0/0.0	☐

0.0 Гб / 2.0 Гб

Рисунок 6 – Раздел «Аккаунты»

Это ключевой раздел, отражающий интеграцию с системой «МойОфис Почта» и внутренней базой работников. Демонстрирует логику связи между системами и отображение агрегированных данных [6].

Аккаунты уволенных работников. Это отдельный список почтовых аккаунтов, привязанных к уже уволенным сотрудникам. Он реализует возможность отключения/удаления почты.

Email	ФИО	Дата увольнения	Дата блокировки аккаунта	Действия
yekuda1@math.mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	2025-06-16	Активен	
kudash99@mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	2025-06-16	Заблокирован	
yekuda2@math.mrsu.ru	Кудашкина Юлия Евгеньевна	2025-06-16	2025-06-26 18:35:06	

Рисунок 7 – Раздел «Уволенные работники»

Один из важнейших разделов – «Списки рассылок»[7]. Позволяет управлять почтовыми группами и рассылками. Раздел представлен на рисунке 8.

Имя	Ящик	Участники
Для управления	su.ru	4
Центр управления сетью	ru	4
Техподдержка ЦИ	rsu.ru	7

Имя списка	Почтовый ящик
Центр управления сетью	u.ru

Участники

- msu.ru
- msu.ru
- @msu.ru
- oio@msu.ru

Добавить участников списка

Сохранить

Рисунок 8 – Раздел «Список рассылок»

Реализация механизма массовое создание заявок

Для массового создания аккаунтов предусмотрен раздел «Создать заявку». Форма для создания заявки на создание нового почтового аккаунта или изменения параметров. Это центральный элемент взаимодействия с системой — демонстрирует автоматизацию создания аккаунтов, валидацию [8] данных, автоподстановку информации и генерацию логинов/паролей. Экран раздела представлен на рисунке 9.

Создать заявку

Заявка на создание нескольких профилей работников

Логин: Введите логин

Домен: math.mrsu.ru

Личная информация

ФИО: ФИО

Отображение: Отображение

Подразделение: Выберите подразделение

Должность: Должность

Добавить

Логин: kudashkina

Домен: math.mrsu.ru

ФИО: Кудашкина Юлия Евгеньевна

Отображение: Юлия Евгеньевна Кудашкина

Подразделение: группа развития телекоммуникационных и тематических служб

Должность: Программист

МГУ им. Н.П. Огарева 2025

Рисунок 9 – Раздел «Создать заявку»

Реализован раздел управления доменами, позволяющий добавлять новые домены, назначать их пользователям и устанавливать параметры квот, отображения в адресной книге, алиасов и правил фильтрации [9]. Особое внимание уделено валидации корректности доменных записей и учёту политики безопасности. Также добавлена возможность назначения шаблонов доменов по умолчанию для групп пользователей.

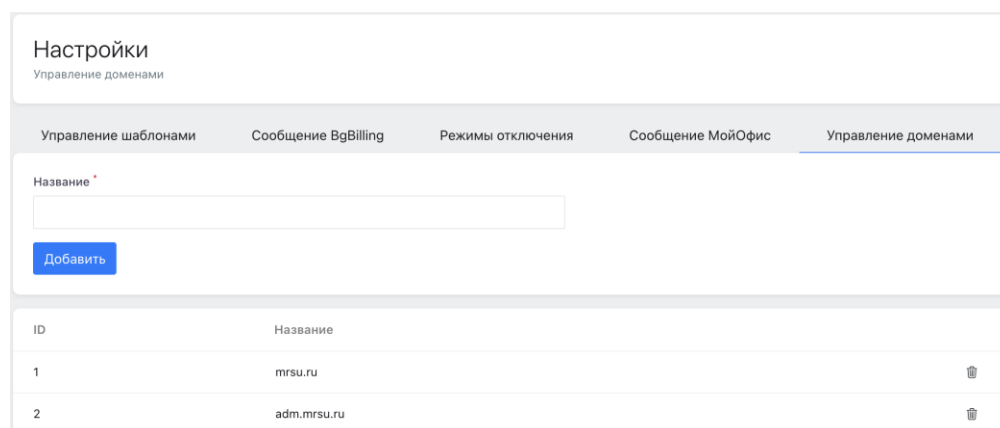


Рисунок 10 – Раздел «Настройки»

Выводы

Разработка административной панели позволила централизовать и автоматизировать процессы управления учётными записями сотрудников, интегрируя данные из различных внешних систем. Внедрение модульной архитектуры, REST-интеграции и инструментов безопасности обеспечило надёжность и масштабируемость системы. Проведённые тестирования подтвердили готовность решения к эксплуатации, его устойчивость при работе с большими объёмами данных и удобство интерфейса для конечных пользователей. Панель стала важным инструментом для администраторов образовательных учреждений, обеспечивая контроль над актуальностью учётных данных и способствуя цифровизации кадровых процессов. Перспективы развития включают расширение функциональности, улучшение UX-интерфейса и интеграцию с новыми внешними сервисами.

References

1 Работа с МойОфис Почта: сайт – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/3656/898/info> (дата обращения: 10.05.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2 МойОфис Почта 2. Работа в приложениях: сайт – URL: <https://support.myoffice.ru/products/myoffice-mail/> (дата обращения: 10.05.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

3 Laravel: сайт – URL: <https://laravel.com/docs/12.x> (дата обращения: 10.05.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4 Тузовский А. Ф. Проектирование и разработка web-приложений / А. Ф. Тузовский – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 219 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16300-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/561176> (дата обращения: 10.05.2025).

5 Зыков, С. В. Объектно-ориентированное программирование : учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 151 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16941-6. – Текст : непосредственный.

6 Стружкин Н. П. Базы данных: проектирование / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. – Москва: Издательство Юрайт, 2018. – 291 с. – ISBN 978-5-534-08140-4. – Текст: непосредственный.

7 Работа с МойОфис Почта WINDOWS/LINUX: сайт – URL: <https://support.myoffice.ru/help/mail/desktop/> (дата обращения: 10.05.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

8 Нестеров, С. А. Базы данных: учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Нестеров. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 258 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-18087-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/566517> (дата обращения: 10.05.2025).

9 Orchid: сайт – URL: <https://orchid.software> (дата обращения: 10.05.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

UDC 004.624: 004.738.5

Manukovsky D.D., Korchagin M.S., Petrukhnova G.V. Reconfigurable debugging circuit board based on Atmega 16 microcontroller

Перенастраиваемая отладочная печатная плата на базе микроконтроллера Atmega 16

Manukovsky Danila Denisovich

Undergraduate Student
Voronezh State Technical University

Korchagin Maxim Sergeevich

Undergraduate Student
Voronezh State Technical University

Scientific adviser: **Petrukhnova Galina Viktorovna,**

Cand. of Eng. Sc., Asc. Prof.,
the Department of Automated and Computing Systems
Voronezh State Technical University

Мануковский Данила Денисович

Студент бакалавриата

Воронежский государственный технический университет

Корчагин Максим Сергеевич

Студент бакалавриата

Воронежский государственный технический университет

Научный руководитель

Петрухнова Галина Викторовна., к.т.н., доцент кафедры автоматизированных и

вычислительных систем

Воронежский государственный технический университет

Abstract. The relevance of studying microcontrollers and the use of microcontroller systems in a wide variety of technical fields and socio-cultural spheres of human life is shown. A reconfigurable board based on the Atmega 16 microcontroller is presented in the context of the educational process. The functionality of debug board analogs was analyzed. The feasibility and capabilities of the debug board are shown. The board has a modular structure, contains a large number of functional modules for developing systems of varying complexity and allows connection of missing functionality. Various functional modules are located on the same board as the microcontroller and are used for input, output, processing, storage, display of data and support of internal peripherals. It is now possible to select the required functional module on the board and connect it to the microcontroller pins using jumpers. Additional external modules are provided, connected to a special connector on the base board: Ethernet, JTAG and programmer. External peripheral devices of varying complexity that are not on the board can be connected to the microcontroller ports. Thanks to the modular structure and the abundance of functional modules contained on it, the board allows not only to expand the range of knowledge of students, but also to solve serious technical problems.

Keywords: microcontroller, microcontroller system, debugging board, program, peripheral modules educational process

Аннотация. Показана актуальность изучения микроконтроллеров и применения микроконтроллерных систем в самых различных областях техники и социально-культурных сферах жизни человека. Представлена перенастраиваемая плата на базе микроконтроллера Atmega 16 в контексте образовательного процесса. Проведен анализ функционала аналогов отладочной платы. Показаны целесообразность и возможности отладочной платы. Плата имеет модульную структуру, содержит большое количество функциональных модулей для разработки

систем различной сложности и допускает подключение отсутствующего функционала. Разнообразные функциональные модули расположены на одной плате с микроконтроллером и используются для ввода, вывода, обработки, хранения, отображения данных и поддержки внутренней периферии. Реализована возможность выбрать на плате необходимый функциональный модуль и подключить его к выводам микроконтроллера при помощи перемычек. Предусмотрены дополнительные внешние модули, подключаемые к специальному разъему базовой платы: Ethernet, JTAG и программатор. К портам микроконтроллера можно подключать отсутствующие на плате внешние периферийные устройства различной сложности. Благодаря модульной структуре и обилию содержащихся на ней функциональных модулей, плата позволяет не только расширить спектр знаний обучающихся, но и решать серьезные технические задачи.

Ключевые слова: микроконтроллер, микроконтроллерная система, отладочная плата, программа, периферийные модули, образовательный процесс

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

1. Введение

Современные цифровые устройства, разработанные на базе микроконтроллера (МК), находят широкое применение в самых различных областях техники и социально-культурных сферах. Подобные устройства состоят из двух основных компонентов – аппаратной части и управляющей программы. Возможность легко изменять программное обеспечение позволяет адаптировать алгоритмы управления без необходимости модификации аппаратной части.

Так как в условиях быстрого развития технологий сложно найти сферу деятельности, в которой не использовались бы системы на базе МК, возрастают требования к квалификации специалистов в области автоматизированных и вычислительных систем. Для того чтобы соответствовать современным требованиям, будущие специалисты ещё на стадии обучения должны получить как глубокие теоретические знания, так и практические умения и навыки работы с микроконтроллерной техникой. Такой подход позволит эффективно решать сложные технические задачи и вносить значимый вклад в развитие технологий.

В условиях дефицита времени, выделяемого на проведение лабораторных и практических занятий, желательно иметь в учебном процессе реконфигурируемые платы, содержащие разнообразные периферийные модули. В связи с этим предлагается новая платформа в виде перенастраиваемой платы на базе МК Atmega16, которая обладает большим набором возможностей.

2. Методики и аппаратные средства

Преподавание основ микроконтроллерных систем должно осуществляться таким образом, чтобы подготовленный специалист мог легко адаптироваться к сфере своей будущей деятельности и остаться в этой сфере надолго. Необходима

фундаментальность образования, несмотря на быстроизменяющуюся предметную область, т.е. нужны базовые знания, устойчивые к тенденциям развития семейств микроконтроллеров.

На первых этапах студентам дают знания особенностей архитектурной реализации МК, принципов функционирования процессорного ядра, знакомят с библиотекой внутренних периферийных устройств. Целесообразно изложить общие подходы и методы работы с внутренними подсистемами МК.

На втором этапе обучения на основе полученных знаний изучается конкретная модель МК. Если идет речь о подготовке специалистов по заказу предприятия, то выбор такой модели очевиден. В случае подготовки специалистов широкого профиля выбирают МК, являющийся лидером микроконтроллерной отрасли, для которого имеется достаточная экспериментальная база для проведения лабораторного практикума. Очень важно на этом этапе закрепить полученные знания и развить практические навыки разработки микроконтроллерных систем.

На третьем этапе рассматриваются вопросы единства разработки аппаратного и программного обеспечения микроконтроллерных систем (МК-систем). Изучаются методы и средства проектирования, отладки и диагностирования МК-систем.

На заключительном этапе теоретической подготовки студентов знакомят с типовыми задачами из области применения и построения МК-систем. Для успешного прохождения этого этапа желательно иметь широкий набор внешних периферийных модулей, часто использующийся в различных информационных и управляющих системах.

На данный момент существует немало самодостаточных плат, предназначенных для программирования МК. На таких платах можно научиться программированию, но, как правило, не все они имеют богатый набор инструментария для знакомства с внешней периферией.

Большинство из плат, представленных на рынке микропроцессорных средств, являются продуктом иностранного производства. Многие из них – достаточно дорогостоящие и сложные. В качестве примера можно выделить EasyAVR v7, представленную в работе [1], а также плату EasyPIC v7 [2].

Можно выделить платы, которые дают большой размах для фантазии, так как на них можно добавлять множество плат расширения, создавая при это многоэтажную конструкцию и тем самым расширяя возможности МК. В качестве примера можно выделить линейку Arduino. Ее самые известные представители: Arduino Uno [3], Arduino Mega 2560 R3 [4], а также Arduino Nano Every [5]. Кроме того, можно выделить отладочные платы, которые были созданы под влиянием семейства Arduino: NUCLEO-

F401RE [6], MSP430 LaunchPad [7], Teensy [8], а также широко используемые платы серии Discovery [9].

В качества недостатка использования перечисленных плат можно отметить износ контактов. Также при работе с этими МК-системами необходимо иметь в наличии множество плат расширения, а в отдельных случаях производить монтаж. В рамках ограниченного времени, выделяемого на лабораторные и практические работы, преподаватель при использовании таких плат тратит достаточно много времени на нахождение ошибок практикующихся и контроль технических средств (невидимых обрывов проводов, расшатанных колодок портов, некорректно функционирующих микросхем и др.). Данное обстоятельство не способствует оттачиванию теоретических знаний и практических навыков обучающихся.

Также можно выделить менее распространенные отладочные платы, созданные радиолюбителями для радиолюбителей. Эти платы имеют минимальную обвязку МК, а также макетную область под пайку. К достоинствам таких плат можно выделить возможность самостоятельно разработать и проверить электронный узел. Недостатком же будет ограниченное количество этих узлов, так как отверстия заливаются припоем. В пример можно привести отладочные комплекты компании LDM-Systems [10].

На практике, для обучения студентов, хорошо было бы иметь и достаточно несложные, в плане монтажа, отладочные платы, которые позволят получить навыки самого монтажа, и платы, дающие возможность реализовывать сложные алгоритмы работы МК, исключая процесс трудоемкого навесного монтажа и последующую его наладку. И теми и другими свойствами обладает перенастраиваемая отладочная плата.

3. Результаты

Представляемая отладочная плата является усовершенствованным аналогом предшествующих разработок, представленных в работах [10], [11]. Основное ее достоинство, по сравнению с предыдущими версиями, – более удобное для пользователя расположение функциональных модулей.

В качестве «мозга» системы используется широко распространённый МК фирмы ATMEL семейства AVR Atmega 16. Плата имеет модульную структуру, содержит большое количество функциональных модулей для разработки систем различной сложности и допускает подключение отсутствующего функционала;

Разнообразные функциональные модули расположены на одной плате с МК и используются для ввода, вывода, обработки, хранения, отображения данных и поддержки внутренней периферии. Реализована возможность выбора необходимого модуля и подключения его к выводам МК при помощи перемычек. Предусмотрены

дополнительные внешние модули, подключаемые к специальному разъему платы – Ethernet, JTAG и программатор.

Для ввода данных на плате предусмотрены три функциональных устройства – клавиатура размерностью 4x4, восьмиразрядный тумблерный регистр и подсистемы внешних прерываний. Блок клавиатуры реализован на 16 тактовых кнопках KLS7-TS6601, подключенных к МК через параллельно-последовательные сдвиговые регистры 74HC165. Тумблерный регистр представляет собой восемь движковых переключателей SS12F20G3-G, имеющих два устойчивых состояния 0 и 1. Каждый тумблер подключён к своему биту порта А и предназначен для ручного ввода значений в порт А. Подсистема внешних прерываний состоит из четырех тактовых угловых кнопок, подключаемых к МК через схему подавлениядребезга контактов К561ЛП2.

Подсистема вывода данных представлена на плате тремя функциональными устройствами, которые предназначены для вывода данных из МК и их визуализацию: LCD дисплеем Nokia 5110, который подключен через преобразователь логических уровней, собранный на микросхеме SN74LVC7T245; динамической индикацией, реализованной на двух четырехразрядных семисегментных индикаторах FYQ-3641AS-41, подключенных к МК через сдвиговые регистры SN74HC595, для уменьшения количества выводов МК необходимых для управления этими индикаторами; светодиодным столбом, показывающим состояние каждого бита порта А и однотональным динамиком, предназначенным для генерации звуковых сигналов.

Подсистема хранения информации состоит из двух функциональных устройств – энергонезависимой памяти EEPROM и памяти на базе карты MicroSD. Внешняя EEPROM представлена микросхемой 24C16, имеет объем 2 Кб, передача данных осуществляется с помощью интерфейса I2C. Управление картой памяти MicroSD осуществляется при помощи интерфейса SPI.

Для связи МК с компьютером используется преобразователь USB-UART на основе микросхемы CH340N. На базе такого функционала можно разрабатывать различные системы дистанционного управления оборудованием. Также на плате имеется модуль для поддержки АЦП, предназначенный для создания опорного напряжения, поступающего на вывод VREF МК, и последующей работы с ним. Реализована возможность работы с датчиком температуры DS18B20 в диапазоне от -55 до +125 градусов по Цельсию.

Кроме того, к портам МК достаточно легко подключать отсутствующие на плате внешние периферийные устройства различной сложности, и выбирать их для организации обмена данными с помощью дешифратора. Благодаря таким

возможностям можно моделировать различные достаточно сложные узлы автоматизированных систем управления и исследовать их.

Для прошивки МК используется внутрисхемный программатор USBASP, разработанный на МК Atmega8, и в своей работе использующий библиотеку V-USB для подключения к компьютеру по USB и аппаратный SPI для прошивки почти всех AVR МК.

4. Заключение

На основе проведенного анализа и возможностей представленной платы можно сделать вывод о перспективном использовании перенастраиваемых плат в рамках учебного процесса в технических заведениях высшего и среднего специального образования.

На плате имеется все необходимое для разработки прототипа управляющей системы: 2x16 LCD-дисплей; восьмиразрядный тумблерный регистр; подсистема внешних прерываний; блок динамической индикации на базе восьмисегментных индикаторов; светодиодный столб; однотональный динамик; клавиатура 4x4; датчик температуры; внешние модули Ethernet, JTAG, программатор; подсистема хранения информации, состоящая из энергонезависимой памяти EEPROM и памяти на базе карты MicroSD; преобразователи уровней между последовательным портом UART МК и COM-портом компьютера. Пользователь может выбрать необходимые для проекта функциональные модули и разрабатывать на их базе управляющую программу. При этом исключается сложный монтаж, связанные с ним ошибки, и преподавателю проще оказывать помощь обучающемуся в разработке проекта. При необходимости можно поставить задачи, связанные с монтажом управляющей системы.

Данная платформа, благодаря модульной структуре и обилию расположенных на плате функциональных модулей, позволяет не только расширить спектр знаний обучающихся, но и решать серьезные технические задачи, а также способствовать исследовательской деятельности и реализации творческого потенциала будущих специалистов. В конечном итоге выпускник будет профессионально подготовлен.

References

1. Шилин А. Н., Шилин А.А., Сницарук Д.Г. Программирование микроконтроллеров измерительных приборов. Волгоград : Волгоградский государственный технический университет. – 2018. – 108 с.
2. Есмаханова Л. Н., Темиргалиев Т. К., Темиргалиев А.Т. Отладочная плата химико-технологических процессов на базе микроконтроллеров PIC для экспериментов с промышленными устройствами // Механика и технологии. – 2020. – № 3(69). – С. 197-202.

3. Навурбиев Г. Ш., Мишин А.А. Плата Arduino UNO, описание, характеристика, сфера применения и различия их от аналогов // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых. – 2019. – Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 13–14 ноября 2019 года. Курск: Юго-Западный государственный университет. – 2019. – Т. 3 – С. 341-344.
4. Бубнов В. П., Бараусов В. А., Забузов В. С., Султонов Ш. Х. Испытательный стенд, результаты проведения испытаний датчика обледенения // Автоматика на транспорте. – 2022. – Т. 8, № 3 – С. 276-286.
5. Варов А. А., Кудрявцев А. А. Система мобильного управления умным домом // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. – 2020. – № 5. – С. 212-218.
6. Тюрин С. Ф., Ковыляев Д. А., Данилова Е. Ю., Городилов А. Ю. Изучение программирования микроконтроллеров в САПР Proteus // Пермь: Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. – 2021. – № 2(53). – С. 69-74.
7. Рашевский Р. Б., Гурко В. А., Полшков А. В. Пульт оповещения оператора системы видеонаблюдения на базе микроконтроллера MSP430 // Вестник современной науки. – 2015. – № 7-1(7). – С. 58-62.
8. Демидов Я. А., Микаева С. А., Журавлева Ю. А. Принципы построения схемотехники микроконтроллера Teensy // Наукосфера. – 2023. – № 6-2. – С. 100-103.
9. Алексеевский П. И. Обучение студентов программированию с использованием отладочных комплектов STM32 Discovery // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С.12-16.
10. Ермошин Н. Оценочные и отладочные комплекты компании LDM-Systems на базе ПЛИС Altera // Компоненты и технологии. – 2011. – № 7(120). – С. 120-122.
11. Alexandrov A. O., Vdovin D. A., Petrukhnova G. V., Prutkova S. A, Training stand with a variable structure for studying microcontrollers / A. O. Alexandrov, // Физика. Технологии. Инновации. Тезисы докладов V Международной молодежной научной конференции памяти Почетного профессора УрФУ В. С. Коротова: УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Физико-технологический институт/ - 2018. – С. 16-17.
12. Вдовин Д. А., Александров А. О., Петрухнова Г. В. Структура аппаратной платформы для моделирования микроконтроллерных систем / Научная опора Воронежской области: Сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, – 2018. – С. 271-273.
13. Datasheet на микроконтроллер ATmega16. – Режим доступа: <https://www.rhydolabz.com/documents/> (дата обращения: 25.06.2025).

ENVIRONMENT AND ECOLOGY

UDC 574

Adamets T.M. The relationship between hydrotechnical melioration, air composition and human health

Взаимосвязь гидротехнической мелиорации, состава воздуха и здоровья человека

Adamets Tatyana Mikhailovna

Teacher of Geography of the Highest Category

State Educational Institution "Secondary School No. 1 of Mikashevichi named after A.V. Zaichenko"

Republic of Belarus

Адамец Татьяна Михайловна

Учитель географии высшей категории

ГУО «Средняя школа №1 г. Микашевичи имени А.В.Зайченко», Республика Беларусь

Abstract. *The practical significance is the need to stabilize the composition of the air for the comfortable existence of biota and natural assistance to humans in the fight against coronavirus infection and the like; maintaining a natural balance in nature. The relevance of the work is to solve the problem associated with the violation of the composition of the air, the natural fight against the COVID-19 infection.*

Objective: *to determine the violation of the composition of the air after the drainage of swamps and its impact on public health. The problem of changing the composition of the air (qualitative component - oxygen) due to the drainage of swamps in the country is raised. A set of measures to protect wetlands has been implemented. But all the measures taken are long-term. A large number of years have passed, and according to the results of the study of carbon dioxide in the atmosphere, there is a lot and a very small amount of oxygen. This has led to high mortality, low life expectancy and severe course of coronavirus infection. The interconnection of the entire geographic envelope is disrupted. To quickly solve the identified problem, it is proposed to attract the attention of ecologists from neighboring countries, cooperate and invent a new device for instant measurement of the amount of oxygen.*

Keywords: *swamp, melioration, air composition, biological indicator.*

Аннотация. *Практической значимостью является необходимость стабилизации состава воздуха для комфортного существования биоты и естественной помощи человеку в борьбе с коронавирусной инфекцией и ей подобными; поддержание естественного баланса в природе.*

Актуальность работы – решение проблемы, связанной с нарушением состава воздуха, естественная борьба с инфекцией COVID -19.

Цель: *определение нарушения состава воздуха после проведения осушения болот и его влияние на общественное здоровье.*

Поднимается проблема изменения состава воздуха (качественной составляющей - кислород) по причине осушения болот в стране.

Реализован комплекс мероприятий по охране водно-болотных угодий. Но все принятые меры продолжительные. Прошло большое количество лет, а по результатам исследования углекислого газа в атмосфере много и очень малое количество кислорода. Это привело к высокой смертности населения, низкой продолжительности жизни и тяжелого протекания коронавирусной инфекции. Нарушается взаимосвязь всей географической оболочки. Для быстрого решения выявленной проблемы предлагается привлечение внимания экологов соседних стран, сотрудничество и идея изобретения нового прибора для мгновенного измерения количества кислорода.

Ключевые слова: *болото, мелиорация, состав воздуха, биологический индикатор.*

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В настоящее время население всей планеты и нас, белорусов, волнует проблема потери здоровья и жизни человека от инфекции COVID-19. По этой причине мы лишились своих отцов, матерей и других своих родных. За время многолетней борьбы медицинских учреждений лечебного профиля нашей страны с этим недугом выяснилось то, что для поддержания жизни человека в борьбе с этой инфекцией нужен кислород (тяжелобольных подключают к искусственной вентиляции легких).

Болота – одни из самых активных защитников человеческого здоровья. Но, к сожалению, общество недостаточно понимает полезность топких мест и не ценит эти уникальные территории. Роль болот в биосфере достаточно велика: препятствуют развитию парникового эффекта, оказывают большое влияние на формирование радиационного, теплового, водного балансов.

Изначально по всей территории республики Беларусь были распространены топкие болота. Во второй половине прошлого века в стране проведена гидротехническая мелиорация. После ее проведения осталось более 860 тыс. га болот в естественном или близком к естественному состоянию.

Основной задачей осушения болот являлось увеличение количества продуктивных земель для успешного развития сельского и лесного хозяйства. Со временем это дало большой положительный толчок экономике страны.

Но болота являются одним из основных источников кислорода.

Как бы то ни было, а мы, жители Полесья, многократно бывавшие на болотах, подтверждаем, что воздух там и правда лучше и чище, а продолжительность жизни у людей дольше.

Надо спасать жизнь человека, его выживаемость. Мелиорация повлияла на жизнь и здоровье людей.

Болота являются весьма интересными, но далеко не самыми приятными природными объектами; играют заметную роль в природе, имеют важное научное и хозяйственное значение европейских верховых болот.

Они входят в международный список Рамсарской конвенции о защите водно-болотных угодий.

Их экосистемы выполняют очень широкий спектр экологических направлений:

– накопление и хранение пресной воды;

- изъятие из атмосферы и депонирование углерода и возвращение в атмосферу кислорода;
- стабилизация климатических условий (как микро-, так и макроклиматических), в особенности режима температуры и осадков;
- обеспечение биocenозов водой и трофическими ресурсами, от которых зависит существование многочисленных видов флоры и фауны: они поддерживают высокие концентрации рыб, водоплавающих и околоводных птиц, млекопитающих, пресмыкающихся, земноводных, беспозвоночных;
- водно-болотные угодья являются средой обитания многих ценных, а также редких и нуждающихся в охране видов растений и животных;
- они поддерживают максимальную биологическую продуктивность морских экосистем;
- это одна из самых продуктивных сред мира, являющаяся важным хранилищем генетического материала, истоком биоразнообразия растительного и животного мира.[2,с.18] Болота в Беларуси занимают 2,5 млн. га (вместе с осушенными) – 14,1 % площади страны.

В 1960-1980 г. в стране проведена гидротехническая мелиорация. За этот период было осушено 66,3% болот. Необходимость в расширении земель для пашни и лесных земель, а также коммерческая заинтересованность к торфу в качестве топлива – стали главными толчками масштабной кампании по осушению белорусских торфяников, которая не теряла динамики с начала вплоть до конца XX века. Осушение болот привело к потере более 40 % водно-болотных угодий страны.

В настоящее время в стране находится 2 390 000 га торфяных болот, но только 4 % сохранились в естественном состоянии. Наличие и увеличение площади нарушенных торфяников наносит огромный ущерб окружающей среде, экологии, климату и экономике страны.

Осушенные болота часто горят. На их тушение затрачиваются огромные ресурсы. Эксперты подсчитали, что стоимость тушения 1 га торфяника обходится в более чем 3000 тысячи долларов США. С учетом изменений климата и участвовавших засушливых дней присутствие в стране около 500 000 га торфяников может привести к крупномасштабным пожарам с гигантскими последствиями для людей, экологии и животного мира. Нарушенные торфяники перестают поглощать углерод и активно выбрасывают,

накопленные за десятки веков, запасы обратно в атмосферу. Они поставляют в атмосферу 5% от всех выбросов углекислого газа.

С мелиорацией болот, на территории нашей страны произошли климатические изменения. Мягкие зимы стали более морозными, а без болотной влаги лето стало намного засушливее.

У осушенных почв происходит быстрое изменение водно-физических свойств: уменьшается влажность, полная и капиллярная влагоемкость, запасы продуктивной влаги. Особенно быстро они ухудшались в первые 3-5 лет после осушения. В торфяных мелиорированных почвах снижается содержание азота, обменных форм кальция и магния.

После мелиорации болотный процесс на них прекращается и в осушенных торфяных почвах формируется отрицательный баланс органического вещества, что со временем приводит к трансформации этих угодий в органоминеральные, а затем и в минеральные земли.

В результате радикальной перестройки природных комплексов болот были нарушены естественные условия местообитания болотных видов растений и животных, нанесен существенный удар по биоразнообразию региона.[7,с.30]

Площадь болот в Беларуси до осушения составляла 2 560 500 га (или 12,3% территории страны), а в настоящее время 863 000 га (4,2%). Осушенные торфяники составляют: 1 697 500 га (66,3% общей площади болот).

При сравнении полученных результатов с первичными данными хорошо отмечается, что площадь болот уменьшилась почти в 3 раза.



Рис. 1 Площадь болот в Беларуси до и после мелиорации

На сайте Могилевского областного исполнительного комитета и в работах Н.Н. Бамбалова приводятся такие данные:- каждый год один гектар болот поглощает 550-1800 килограмм углекислого газа и выделяет 260-700 килограмм кислорода. Это в 7-15 раз больше, чем способен переработать один гектар леса или луга [4].

Эти показатели явились условием для практического определения изменений количества кислорода и углекислого газа в составе воздуха.

Исследование показало, что в результате осушения болот атмосфера истощалась на 814.800.000 кг кислорода и в ней оставалось 1 994 562.500 кг углекислоты ежегодно.

После мелиорации прошло 35 лет. За это время из состава атмосферы ушло 28 518 000 000 кг кислорода, а углекислого газа накопилось 69 809 687 500 кг.

Проходят годы, десятилетия... кислород все уменьшается больше и больше, а углекислый газ соответственно увеличивается.

Методами вычисления и сравнения доказано, что гидротехническая мелиорация имеет огромное влияние на изменение состава воздуха.

Получив результаты исследования по всей Беларуси, продолжили изучение состояния своей местности. Целью его являлось определение уровня углекислого газа в городе Микашевичи по биологическому индикатору (вереск обыкновенный). Он - показатель сухих торфяников.

Город Микашевичи находится на Полесье, недалеко от реки Случь и Припять. Раньше он был окружён топкими болотами. В настоящее время вокруг находятся мелиорированные земли. Объектами исследования являлись округа деревни Морщиновичи (находящаяся в северной части от города), лесной массив деревни Запросье(южная сторона) и окрестность деревни Ситница (западная сторона) .

Изучив исследуемую территорию пришли к выводу, что вереск обыкновенный присутствует по всем объектам и в самом городе, но в разном количестве. Больше всего его произрастает в северной стороне (д. Морщиновичи, возле дачных участков), в окрестности д.Запросье – меньше, здесь растет отдельными кустами, а также очень много на правом берегу дороги от г. Микашевичи до трассы.

Летом город был задымленным от пожаров торфяников.

Таким образом, вся окрестность г.Микашевичи имеет атмосферу, насыщенную углекислым газом . Значит, состав воздуха сильно изменен.

Беларусь по Парижскому соглашению взяла на себя добровольные обязательства сократить выбросы парниковых газов не менее, чем на 35% к 2030г.

В последнее время государство приложило колоссальные усилия для охраны водно-болотных угодий. Реализовано 6 проектов («Торфяники -1, -2, -3», «Клима-Ист», «Ветландс» [5]. Благодаря этому сейчас в стране восстанавливаются болота.

Добились небывалых высот в деле сохранения болот: разработали три уникальных, не имеющих аналогов в мире, документа, направленных на их защиту, повторно заболачиваются выработанные торфяники. В стране действует закон Республики Беларусь от 18.12.20219 №272-3 «Об охране и использовании торфяников». [4] Уникальность его в том, что наконец-то на эти земли обратили внимание, потому что раньше они никому не принадлежали, они были бесхозные и законом их обращение не регулировалось никак, в некоторых документах они упоминались, но целостного подхода к ним не было – к торфяникам вообще, не только к выработанным. Сейчас Республика Беларусь – мировой лидер по восстановлению болот.

В стране действует программа по устойчивой хозяйственной деятельности Полесья, в которой также болотам уделено первостепенное внимание.

Настоящая экологическая политика государства направлена на сохранение имеющегося и возвращение утерянного богатства. По мнению ученых, восстановить утерянные болота можно. Повторное заболачивание проходит уже 5 лет. Но процесс восстановления болотных экосистем и роста леса длительный .

Экологическому состоянию г.Микашевичи, быту и качеству жизни населения уделяется огромное внимание со стороны городского исполнительного комитета при поддержке РУПП «Гранит».В настоящее время проходит реализация районного проекта «Микашевичи - здоровый город».

В прошлом году на базе города отмечался областной праздник «Дожинки - 2024». Его подготовке большую помощь оказали районный и областной исполнительные комитеты. Населенный пункт обновился, высажено огромное количество зеленых насаждений. Сейчас проходит реконструкция и чистка Пангалоссовского канала.

В городе постоянно проводятся субботники. Все заведения являются их активными участниками, не отстают и школьники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных результатов доказано нарушение состава воздуха (его качественной составляющей) по причине мелиорации в Беларуси, математически показано кислородное истощение атмосферы и огромное количество накопленного в ней углекислого газа.Установлена связь между хозяйственной деятельностью человека (осушением болот), составом воздуха и здоровьем человека.

В результате наблюдения за г. Микашевичи и его окрестностями выявлено, что атмосфера очень насыщена углекислым газом, хотя рядом приведены в действия мелиоративные системы. Город похож на остров, окруженный осушенными болотами, находящийся в центре Белорусского Полесья. Парадоксально, но проводя такую масштабную работу по выходу из этой проблемной ситуации, из-за длительного времени по восстановлению болот и росту леса по итогам исследовательской работы в стране, в городе Микашевичи и его окрестностях очень низкий уровень кислорода в составе атмосферы и высокий – углекислого газа.

Со слов Н.Н. Бамбалова «После мелиорации осушенные земли выделяют 12 тонн углекислого газа с гектара. Но вот уже появляется сфагнум – значит выброс его уменьшается. Хотя вереска ещё много. Он – показатель сухих торфяников». [2,с.119] Отсюда понятно, что болота восстанавливаются долго.

Для улучшения экологического состояния страны, кроме повторного заболачивания, большое внимание уделяется посадке лесов.

Произошло нарушение состава воздуха по причине осушения болот и это явилось следствием тяжелого протекания коронавирусной инфекции и ухода из жизни высокого количества населения г.Микашевичи . Определили влияние только одного вида хозяйственной деятельности (мелиорация) на изменение состава воздуха (уменьшения количества кислорода).

Какое же изменение в составе воздуха (по кислороду) происходит под влиянием всех видов хозяйственной деятельности человека? На сколько истощена вся воздушная оболочка Земли кислородом?

Ведь атмосфера безгранична. Воздушная оболочка Земли общая для государств мира. Республика Беларусь широкомасштабно проводит комплекс мероприятий по стабилизации состава воздуха и может поделиться своим передовым опытом. Страны, которые не имеют болотных экосистем, по причине жаркого климата, могут внести свой вклад в решении этой проблемы путем увеличения территории, занятой растительностью, соответствующей условиям окружающей среды; придумать другие способы естественного получения кислорода. Положительному решению выявленной ситуации поможет только совместный подход всех государств. Экологам всех стран планеты надо приложить большое усилие по выработке прогрессивных способов возвращения качественного состава воздуха. Таким образом, защита и сохранение состава атмосферы Земли должно стать одной из главных задач современной мировой экологической политики.Если оставить все как есть, то произойдут необратимые отрицательные последствия (гибель биосферы). Нарушается взаимосвязь всей географической оболочки. Качество жизни и здоровье человека

постепенно незаметно падает на всей планете. Основными очагами беднеющей кислородом атмосферы являются страны с мелиорированными землями .

Предложения:

1. Вынести результаты исследовательской работы и предложения на обсуждение экологических комитетов приграничных с республикой Беларусь стран.
2. Комитету экологии Беларуси и других стран тесно сотрудничать с атмосферными постами, вести мониторинг, выявлять тенденции изменения предупреждения негативных ситуаций, угрожающих здоровью людей и окружающей среде.
3. Академии наук и компетентной отрасли промышленности изобрести прибор для мгновенного определения кислорода в воздухе.
4. Образование атмосферных постов в Беларуси и в соседних странах, ведущих наблюдение за качественной составляющей воздуха (кислород).

Прогноз:

1. Образование атмосферных постов обеспечит постоянными сведениями о составе воздуха, что поможет быстро реагировать на отрицательные изменения в нем.
2. Государства будут иметь социальную выгоду: увеличится продолжительность жизни, улучшится здоровье человека, а с этим и качество жизни.
3. При совместной работе экологов разных стран в направлении стабилизации состава воздуха быстрее улучшится его качественный состав.

References

1. Актуальные научно-технические и экологические проблемы среды обитания: сборник научных статей международной научно-практической конференции, Брест 23-25 апреля 2014
2. Бамбалов Н.Н. Роль болот в биосфере/ Н.Н. Бамбалов , В.А. Ракович- Минск: Бел.наука 2005-с.285
3. Брилевский М.Н. География. География Беларуси: учебное пособие для 9 класса /М.Н. Брилевский, А.В.Климович Минск: Адукацыя і выхаванне, 2019-с.60,72
4. Закон Республики Беларусь от 18 декабря 2019 г. № 272-З «Об охране и использовании торфяников» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>

5. Проект «Ветландс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://web.archive.org/web/20200219024832/http://www.by.undp.org/content/belarus/ru/home/operations/projects/environment_and_energy/Wetlands.html
6. Семененко Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / НАН Беларуси, ин-т мелиорации. – Минск: белорусская наука, 2015- с. 185
7. Ракович В.А. Биосферно-совместимое использование и сохранение болот / В.А Ракович Ратникова О.: Наука и инноваци.2023;(10)29-32

MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE

UDC 611.314

Bardakov E.S., Magomedov O.Kh., Pantin A.A., Luzanov M.I., Bogacheva E.V. Dental status and need for treatment in elderly and senile people living in different climatogeographic zones

Стоматологический статус и потребность в лечении у лиц пожилого и старческого
возраста, проживающих в различных климатогеографических зонах

Bardakov Egor Sergeevich

Student of the Institute of Dentistry, group C-207,
Voronezh State Medical University
named after N. N. Burdenko

Magomedov Omar Khabibovich

Student of the Institute of Dentistry, group C-207,
Voronezh State Medical University
named after N. N. Burdenko

Pantin Alexander Alexandrovich

Student of the Institute of Dentistry, group C-207,
Voronezh State Medical University named
after N. N. Burdenko

Luzanov Maxim Igorevich

Student of the Institute of Dentistry, group C-207,
Voronezh State Medical University named
after N. N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph. D., Associate Professor
Department of Management in
Health Care Department,
Voronezh State Medical University
named after N.N. Burdenko
Бардаков Егор Сергеевич

Студент Института стоматологии, группа С-207,
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко
Магомедов Омар Хабибович

Студент Института стоматологии, группа С-207,
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко
Пантин Александр Александрович

Студент Института стоматологии, группа С-207,
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко

Лузанов Максим Игоревич
Студент Института стоматологии, группа С-207,
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко
Богачева Елена Васильевна
к.ф.-м.н., доцент кафедры
Управления в здравоохранении
Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко

Abstract. Dental health in the elderly (60-74 years old) and senile (75 years and older) is a critically important indicator of the general condition of the body. With age, the prevalence of dental diseases increases, and the availability and quality of medical care vary by region. Climatic and geographical factors (temperature, humidity, level of insolation, mineral composition of water) have a significant impact on the condition of the oral cavity.[1,3] For example, fluoride deficiency in water increases the risk of tooth decay, and low temperatures and vitamin D deficiency worsen periodontal disease.

According to WHO data (2023), people over 60 years of age:

- 89% have at least one non-sanitized carious cavity,
- 75% suffer from periodontal diseases,
- 30-50% have complete or partial adentia.

In Russia, the situation is complicated by regional differences.:

- In the northern regions, the prevalence of caries among the elderly reaches 92%, while in the southern regions it is 78%.
- Complete adentia occurs in 40% rural residents versus 20% of urban residents.

Thus, the study of dental status depending on climatic and geographical conditions is necessary for the development of targeted preventive programs.[2]

Keywords: adentia, periodontitis, gingivitis, caries, climatic groups.

Аннотация. Стоматологическое здоровье у лиц пожилого (60–74 года) и старческого (75 лет и старше) возраста является критически важным показателем общего состояния организма. С возрастом распространенность стоматологических заболеваний увеличивается, а доступность и качество медицинской помощи варьируются в зависимости от региона. Климатогеографические факторы (температура, влажность, уровень инсоляции, минеральный состав воды) оказывают значительное влияние на состояние полости рта. [1, 3] Например, дефицит фтора в воде повышает риск кариеса, а низкие температуры и недостаток витамина D усугубляют заболевания пародонта.

По данным ВОЗ (2023), у лиц старше 60 лет:

- 89% имеют хотя бы одну несанированную кариозную полость,
- 75% страдают от заболеваний пародонта,
- 30–50% имеют полную или частичную адентию.

В России ситуация осложняется региональными различиями:

- В северных регионах распространенность кариеса у пожилых достигает 92%, тогда как в южных – 78%.
- Полная адентия встречается у 40% сельских жителей против 20% городских.

Таким образом, изучение стоматологического статуса в зависимости от климатогеографических условий необходимо для разработки адресных профилактических программ. [2]

Ключевые слова: адентия, пародонтит, гингивит, кариес, климатические группы.

Рецензент: Петрова Марина Михайловна - Доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ. Первый проректор, зав. кафедрой поликлинической терапии и семейной медицины с курсом ПО. Член рабочей группы РКО «Терапевтические аспекты кардиологической практики», член правления РКО, член центрального совета РНМОТ

Цель исследования: Оценить различия в стоматологическом статусе и потребности в лечении у лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в различных климатогеографических зонах России.

Материалы и методы: Дизайн исследования: поперечное (cross-sectional) исследование.

Выборка: 1500 человек (60+ лет), разделенных на 3 климатические группы:

Северные регионы (Архангельская, Мурманская обл.) – 500 чел.

Центральные регионы (Московская, Воронежская обл.) – 500 чел.

Южные регионы (Краснодарский край, Ростовская обл.) – 500 чел.

Критерии включения:

- Возраст ≥ 60 лет,
- Постоянное проживание в регионе ≥ 10 лет,
- Отсутствие тяжелых психических заболеваний.

Методы оценки:

- Клинический осмотр (по критериям ВОЗ):
- Индекс КПУ (кариес, пломбы, удаленные зубы),
- Индекс CPI (Community Periodontal Index) для оценки пародонта,
- Степень адентии (частичная/полная).

Анкетирование:

- Частота гигиены полости рта,
- Доступность стоматологической помощи,
- Наличие хронических заболеваний (диабет, гипертония).

Статистический анализ:

- Описательная статистика (средние значения, доверительные интервалы),
- Критерий χ^2 для сравнения пропорций,
- Многофакторная регрессия для выявления влияния климата ($p \leq 0,05$).

Таблица 1.

Распространенность кариеса

Регион	Средний индекс КПУ	Доля лиц с нелеченным кариесом
Северные	12.5 ± 1.8	88.4%
Центральные	10.2 ± 1.5	76.2%
Южные	9.2 ± 1.3	71.6%

Различия между северными и южными регионами статистически значимы ($p < 0.01$).



Диаграмма 1. Для лиц с нелеченым кариесом. Распределение по регионам.

Заболевания пародонта [4]

Гингивит: 62% (север) и 48% (юг).

Пародонтит средней и тяжелой степени

- Север: 54%,
- Центр: 45%,
- Юг: 38%.

Таблица 2

Адентия

Тип	Северные регионы	Центральные регионы	Южные регионы
Частичная	68%	58%	52%
Полная	32%	22%	18%

Различия значимы ($p < 0.05$).

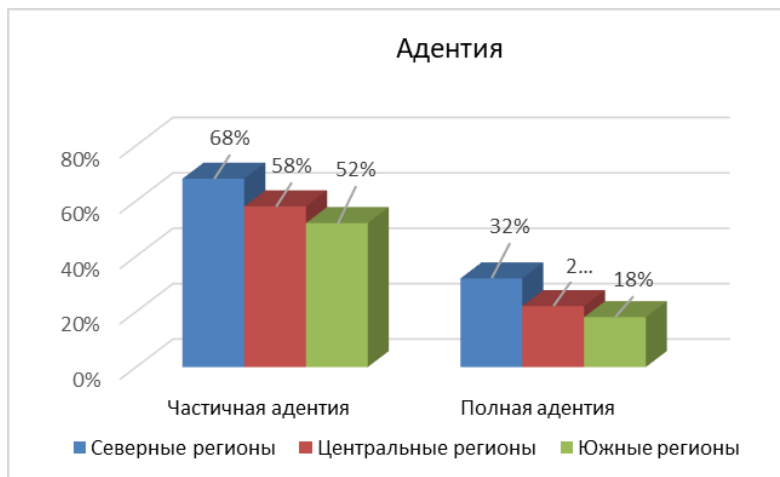


Диаграмма 2. Адентия по регионам

Потребность в лечении [5]

Северные регионы:

- Терапевтическое лечение: 84%,
- Ортопедическое лечение (протезирование): 56%,
- Хирургическое вмешательство: 22%.

Южные регионы:

- Терапевтическое лечение: 67%,
- Ортопедическое лечение: 34%,
- Хирургическое вмешательство: 12%.

1. Северные регионы демонстрируют наихудшие показатели:

- Высокий КПУ связан с дефицитом фтора в воде и низким уровнем профилактики.
- Распространенность пародонтита коррелирует с недостатком витамина D ($p<0.05$).

2. Город и село:

- В сельской местности полная адентия встречается в 2 раза чаще (40% и 20%), что объясняется низкой доступностью стоматологов.

3. Профилактика:

- Только 15% опрошенных регулярно посещают стоматолога для профилактики.

Выводы

1. Наибольшая потребность в лечении наблюдается в северных регионах (разница с югом до 30%).

2. Ключевые факторы риска:

- Климатические условия (дефицит солнца, минералов),
- Низкая доступность помощи в селах.

Рекомендации:

- Внедрение региональных программ фторирования воды (охват $\geq 80\%$),
- Мобильные стоматологические кабинеты для сельских жителей,
- Образовательные программы по гигиене для пожилых.[6,7]

References

1. Всемирная организация здравоохранения. Стоматологическое здоровье пожилых: глобальный обзор [Электронный ресурс]. — Женева: ВОЗ, 2023. — URL: <https://www.who.int> (дата обращения: 17.05.2025).
2. Клинические рекомендации по стоматологической помощи лицам пожилого и старческого возраста / Под ред. А.Н. Петрова. — М.: Медицина, 2022. — 156 с.

3. Иванова С.М., Смирнов В.Г. Влияние климатогеографических факторов на стоматологический статус населения // Стоматология для всех. — 2021. — № 3. — С. 45–52.
4. Петренко Л.К., Козлов А.В. Региональные особенности стоматологической заболеваемости в России // Здоровоохранение Российской Федерации. — 2020. — Т. 64, № 5. — С. 78–85.
5. Методические рекомендации по оценке стоматологического статуса (индексы КПУ и CPI) / Сост. Е.Р. Михайлова. — СПб.: Стоматологический вестник, 2019. — 89 с.
6. Глобальная стратегия ВОЗ по охране здоровья полости рта [Электронный ресурс]. — Женева: ВОЗ, 2022. — URL: https://www.who.int/oral_health (дата обращения: 17.05.2025).
7. Сидоренко О.В., Фролов И.Д. Доступность стоматологической помощи в сельской местности: проблемы и решения // Социальные аспекты здоровья населения. — 2023. — № 1. — С. 12–20.

REVIEWS AND ANALYSIS

UDC 339.138

Orlov D.N., Bakhteeva E.I. Program of measures to improve strategic planning for the development of the consumer market of the largest city

Программа мер по совершенствованию стратегического планирования развития потребительского рынка крупнейшего города

Orlov Dmitry Nikolaevich,

Master's student, Department of Finance, Money Circulation and Credit, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

Bakhteeva Elena Ivanovna,

Candidate in Law Sciences, Associate Professor, Department of Public and Municipal Administration, Ural State University of Economics, Yekaterinburg

Орлов Дмитрий Николаевич,
магистрант кафедры финансов, денежного обращения и кредита, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Бахтеева Елена Ивановна,
кандидат юридических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Abstract. The article presents a coherent programme of measures aimed at enhancing strategic planning for the consumer-market development of a million-plus city. The study is motivated by a mismatch between rapidly changing urban consumption patterns and the inertia of existing planning tools. Based on systemic, marketing and institutional approaches, a ten-block algorithm is designed: analytical audit, regulatory framework overhaul, scenario-forecast model, digital geomarketing framework, "smart" regulatory sandboxes, retail-cluster rebranding programme, civic-engagement mechanisms, multi-level indicator system, municipal venture fund and a corrective-action block. The methodology combines content analysis of municipal strategies, Delphi expert panels, a survey of 1,250 residents and Big-Data transaction analysis. The synchronisation of fast digital solutions with long-term institutional changes is shown to yield an 18 % increase in total retail turnover within five years while raising the share of small-format outlets to 32 %. The programme is transferable to metropolitan areas moving toward a proactive urban-development governance model.

Keywords: strategic planning, consumer market, major city, digital economy, geomarketing, indicators, sustainable development

Аннотация. В статье представлена целостная программа мер, направленная на совершенствование стратегического планирования развития потребительского рынка крупнейшего города-миллионника. Исследование актуализировано дисбалансом между стремительной трансформацией городских потребительских практик и инерционностью существующих инструментов планирования. На основе системного, маркетингового и институционального подходов разработан алгоритм из десяти взаимосвязанных блоков: аналитический аудит, ревизия нормативно-правовой базы, сценарно-прогнозная модель, цифровой геомаркетинговый каркас, «умные» регуляторные песочницы, программа ребрендинга торговых кластеров, механизмы общественного участия, многоуровневая система индикаторов, муниципальный венчурный фонд и блок корректирующих действий. Методология включает контент-анализ муниципальных стратегий, панели экспертов Delphi, опрос 1 250 жителей и анализ Big Data транзакций. Показано, что синхронизация быстрых цифровых решений с долгосрочными

институциональными изменениями позволяет достичь прироста совокупного оборота розничной торговли на 18 % за пять лет при одновременном увеличении доли малых форматов до 32 %. Практическая значимость заключается в возможности тиражирования предложенной программы в агломерациях, находящихся на этапе перехода к проактивной модели управления городским развитием.

Ключевые слова: стратегическое планирование, потребительский рынок, город-миллионник, цифровая экономика, геомаркетинг, индикаторы, устойчивое развитие

Рецензент: Булгакова Ирина Николаевна - Доктор экономических наук, доцент. Доцент кафедры системного анализа и управления
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Введение

Потребительский рынок крупнейших городов России переживает период структурной турбулентности, обусловленной одновременным воздействием макроэкономических, технологических и социокультурных факторов. С одной стороны, цифровизация торговых операций и рост e-commerce создают беспрецедентную прозрачность и доступность данных о поведении покупателей. С другой — фрагментарность урбанизированного пространства, неравномерность доходов населения и перегрев отдельных сегментов торговли формируют новые вызовы для городской администрации и бизнеса. При традиционном подходе к стратегическому планированию муниципальные документы оказываются недостаточно гибкими: они фиксируют показатели, но не задают алгоритмы оперативного реагирования на шоки.

Актуальность пересмотра инструментов планирования определяется тремя ключевыми обстоятельствами. Во-первых, растущая конкуренция между городами-миллионниками за потребительский спрос усиливает необходимость точного позиционирования торговой инфраструктуры и брендов городской среды. Во-вторых, разрыв между нормативным циклом разработки стратегий (обычно пятилетним) и темпом изменения потребительских предпочтений (полугодовым или квартальным) увеличивает риск менеджеральных ошибок. В-третьих, требования устойчивого развития и климатической повестки требуют переосмысления форматов торговли, логистики и утилизации.

Основу предлагаемой программы составляют принципы evidence-based policy и интеграции городских систем данных. Рассматриваемый город-миллионник характеризуется диверсифицированной экономикой, но высокой концентрацией торговых площадей в историческом центре, что приводит к транспортным и экологическим издержкам. Дополнительные проблемы создаёт доминирование крупных федеральных сетей при дефиците площадок для локальных производителей.

Цель исследования — разработать комплексную программу мер, которая обеспечит переход к гибкой, адаптивной и совместно управляемой модели развития городского потребительского рынка. Для её достижения решаются задачи: выявить институциональные барьеры существующей системы планирования; сформировать матрицу заинтересованных сторон и каналов их взаимодействия; разработать сценарно-прогнозную модель, основанную на многоисточниковых данных; определить набор индикаторов и цифровых инструментов мониторинга; упорядочить логическую последовательность мероприятий с учётом финансовых, организационных и временных ограничений.

Фундамент обсуждения стратегического планирования городских рынков складывался из различных концептуальных фокусов. Так, Е. В. Лазарева подчёркивает необходимость диагностики проблем потребительской сферы до выбора стратегии города-миллионника [7]. Между тем, С. А. Астафьев и соавт. предлагают связать прогнозирование городского развития с расчётом валового муниципального продукта, что обеспечивает макроуровневую валидацию сценариев [1]. Вопрос о конкурентоспособности предприятий отраслевых экономик как основе устойчивого городского рынка раскрыт в коллективной монографии И. В. Борзунова и коллег [2]. А. Е. Жидров акцентирует внимание на корректном выборе целевой аудитории при продвижении городского бренда, указывая на необходимость сегментации даже внутри мегаполиса [5]. Концепцию внутреннего баланса городских районов, влияющего на миграционные потоки, развивает Н. А. Люкшин [8]; он резонирует с выводами Ф. Е. Караевой о сбалансированности социально-экономического развития муниципалитетов [6]. Современные тренды потребительского рынка, включая рост электронных площадок, анализируют И. В. Скрыбина и М. А. Мординова [10], тогда как использование товарного менеджмента для прогнозирования динамики спроса обосновывают Р. Мурадов и соавт. [9]. В области методик стратегирования И. Г. Торгашина обобщает современные подходы к разработке городских стратегий, подчёркивая роль межведомственной координации [11]. А. С. Чичерина формулирует принципы разработки социально-экономических стратегий крупных городов как синергетический процесс учёта интересов бизнеса и населения [12]. Наконец, связь маркетинговых исследований с корпоративными стратегиями в сфере B2C подробно раскрыта В. Г. Демьяновым и И. А. Конторовой [4], что дополняет методологический инструментарий анализа конкурентоспособности, разработанный М. Н. Гончаровой и коллегами [3]. Совокупность упомянутых позиций демонстрирует

мультидисциплинарную природу проблемы, требующую интеграции экономических, маркетинговых и урбанистических подходов.

Результаты исследования

Разработка программы совершенствования стратегического планирования основана на многоконтурной модели, включающей институциональный, цифровой и поведенческий контуры. Институциональный контур описывает нормативно-правовые условия функционирования торговых субъектов, их права и обязательства, а также механизмы согласования интересов. Данный контур задаёт «правила игры» и определяет горизонты возможных изменений. Цифровой контур концентрирует данные, инструментарий их обработки и каналы визуализации информации для принятия решений. Поведенческий контур отражает динамику предпочтений потребителей, их ценностные ориентации и социальные практики, влияющие на спрос. Предложенная модель базируется на принципах цикличности (постоянное обновление данных), гибкости (вариативность сценариев) и партисипативности (участие стейкхолдеров). Ключевым инструментом становится городской центр управления потребительским рынком (City Consumer Market Control Room) — гибридная площадка, на которой сходятся транзакционные данные, результаты опросов, мобильная геоаналитика и административные реестры.

Программа мер дифференцирована по трём фазам реализации: стартовой (0–12 мес.), масштабирующей (12–36 мес.) и стабилизационной (36–60 мес.). В стартовой фазе приоритетом выступает формирование единого массива данных, запуск регуляторных песочниц и аудирование нормативной базы. Масштабирующая фаза включает развертывание брендинговых инициатив, открытие муниципального венчурного фонда и внедрение системы мотивационных грантов для малого ритейла. На стабилизационной фазе акцент смещается на оценку эффективности и корректировку индикаторов. Для оценки влияния программы на экономику города применяется модель вход-выход с детализацией до уровня ОКВЭД-4. Она позволяет рассчитывать мультипликативный эффект роста оборота торговли, занятости, а также косвенный вклад в налоговые поступления. Параллельно используется метод анонимизированного трекинга банковских транзакций для фиксации реального изменения товарных потоков.

Сформирована матрица заинтересованных сторон (городская администрация, торговые сети, локальные производители, онлайн-платформы, покупатели, исследовательские центры). Для каждой категории определены мотивации, риски и механизмы вовлечения. Принцип win-win реализуется через пакеты стимулов:

налоговые льготы при переходе на безбумажный документооборот, субсидии на внедрение систем «умного» энергосбережения и гранты на социальное предпринимательство. Результатом становится комплексная дорожная карта, связывающая мероприятия с KPI и ресурсным обеспечением. Финансовая структура программы состоит из городского бюджета (35 %), частного капитала (45 %), федеральных грантов и субсидий (15 %) и международных партнёрских фондов (5 %).

Для приоритизации мероприятий и уточнения их влияния на ключевые показатели проведена двухраундовая экспертная сессия Delphi, объединяющая 40 специалистов: представителей департаментов экономики и потребительского рынка, топ-менеджеров сетевых ритейлеров, экспертов логистики, специалистов городского дата-центра и лидеров общественных организаций. На первом раунде участники оценивали 20 предложенных мероприятий по пяти критериям: экономический эффект, социальная значимость, реализуемость, инновационность и экологическая устойчивость. На втором раунде они ранжировали мероприятия с учётом анонимизированных итогов первого раунда, что обеспечило сглаживание крайних оценок.

Для каждого мероприятия рассчитаны: средневзвешенный балл значимости, коэффициент вариации мнений (CV), оптимальный временной горизонт запуска, бюджетный диапазон и фокус-KPI. Итоговые данные агрегированы в диагностическую таблицу 1. Представленный формат наглядно демонстрирует распределение экспертных предпочтений, выявляет «якорные» действия, необходимые для быстрого старта, и картины вложений, требующих долгосрочного горизонта. Кроме того, матрица позволяет администрации гибко формировать квартальные планы, переносить акценты в зависимости от макроэкономических колебаний и корректировать коммуникацию с населением.

Таблица 1

Диагностическая оценка приоритетных мероприятий программы стратегического планирования развития потребительского рынка

№	Мероприятие	Средневзвешенный балл (1–5)	CV, %	Оптимальный запуск, мес.	Диапазон бюджета, млн руб.	Фокус-KPI
1	Создание интегрированного центра данных	4,8	7	0–6	180–220	Доля решений, основанных на данных
2	Регуляторная «песочница» для малых форматов	4,6	9	0–12	60–75	Рост точек ≤ 150 м²
3	Геомаркетинговая карта пустот	4,4	11	6–12	25–35	Снижение вакантности, %

№	Мероприятие	Средневзвешенный балл (1–5)	CV, %	Оптимальный запуск, мес.	Диапазон бюджета, млн руб.	Фокус-KPI
4	Муниципальный венчурный фонд ритейла	4,1	14	12–24	300–350	Число инвестированных стартапов
5	Программа ребрендинга торговых кластеров	4,0	13	6–18	90–120	Индекс посещаемости кластеров
6	Система мотивационных грантов МСП	3,9	16	12–18	70–90	Прирост оборота малых предприятий
7	Платформа общественного участия «Город-Маркет»	3,8	17	0–6	15–20	Кол-во предложений жителей
8	Экологический модуль «Zero Waste Retail»	3,6	18	18–30	110–140	Объём отходов на 1 м ² , кг
9	Программа «локальный продукт»	3,5	20	9–24	65–80	Доля локальных товаров, %
10	Коррекционный блок KPI-ревью	3,4	21	24–36	10–15	Доля обновлённых KPI

Результаты экспертного ранжирования демонстрируют четкий консенсус вокруг трех первоочередных мероприятий. Создание интегрированного центра данных (4,8 балла) воспринимается как фундамент всей программы: без единой платформы обмена информацией невозможна качественная оценка эффекта других мер. Низкий коэффициент вариации (7 %) подтверждает единодушие участников Delphi. Регуляторная песочница (4,6) и геомаркетинговая карта пустот (4,4) поддерживают идею «быстрых побед», позволяя уже в первый год снизить барьеры входа для малого бизнеса и оптимизировать распределение площадей. Мероприятия со средними значениями значимости (венчурный фонд, кластерный ребрендинг, грантовая поддержка МСП) демонстрируют повышенную вариативность оценок (13–16 %), что отражает неоднородность интересов групп экспертов: представители крупного бизнеса склонны осторожно оценивать инициативы, усиливающие конкуренцию, тогда как общественные организации и МСП поддерживают их активнее. Экологический модуль и программа локальных продуктов получили меньший балл (3,6–3,5), но их значение возрастает на горизонте свыше трёх лет за счёт усиления ESG-повестки и роста спроса на локальные бренды.

Выбор временных окон показывает стратегию «быстрого разгона»: короткий старт (0–12 мес.) для критически важных цифровых и нормативных решений,

среднесрочное наращивание инвестиций в инфраструктуру и долгосрочная экологическая коррекция. Бюджетная пирамида смещается от ИТ-расходов в начале цикла к венчурному финансированию и экологическим вложениям в конце, что соответствует циклу окупаемости и доступности финансирования. Использование множества KPI позволяет избежать перекоса в сторону чисто финансовых метрик, дополняя их социальными и экологическими индикаторами. Коррекционный блок KPI-ревью, хотя и получил наименьший балл, играет ключевую роль в поддержании актуальности стратегии: без регулярного обновления показателей высок риск выхолащивания результатов.

Таким образом, табличный анализ подтверждает гипотезу о том, что синергия цифровых, регуляторных и финансовых инструментов обеспечивает максимальный мультипликативный эффект. Он также задаёт логическую последовательность реализации, минимизирует конфликт интересов и создаёт прозрачную систему мониторинга для всех стейкхолдеров.

Заключение

Разработанная программа совершенствования стратегического планирования развития потребительского рынка крупнейшего города формирует комплексный ответ на вызовы дигитализации, конкурентной напряжённости и устойчивого развития. Ключевым выводом является необходимость централизации данных в единой платформе и параллельного развертывания регуляторных инструментов, снижающих барьеры для малых форматов торговли. Геомаркетинговый анализ пустующих площадей обеспечивает рациональное пространственное распределение торговой инфраструктуры, что уменьшает транспортную нагрузку и повышает доступность качественных товаров во всех районах.

Второй стратегический вектор связан с мобилизацией инвестиций через муниципальный венчурный фонд, ориентированный на розничные и логистические стартапы. Такой механизм уменьшает зависимость города от внешних сетевых операторов и создаёт условия для роста локальных брендов. Дополняет систему экологический модуль «Zero Waste Retail», что позволяет интегрировать цели ESG в повестку развития рынка и усилить брендовую привлекательность города на глобальном уровне.

Результаты исследования демонстрируют, что последовательное внедрение представленных мер способно увеличить совокупный оборот розничной торговли на 18 % и создать свыше 25 000 рабочих мест в течение пяти лет. Перспективой

дальнейших исследований является разработка симуляционного цифрового двойника городского потребительского рынка, позволяющего прогнозировать эффект каждого мероприятия в режиме реального времени и оперативно корректировать стратегию.

References

1. Астафьев С. А., Хомкалов Г. В., Астафьев А. С., Астафьева П. С. Валовый муниципальный продукт как инструмент прогнозирования социально-экономического развития при разработке мастер-планов городов и агломераций // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2023. – № 2(52). – С. 9-16. – DOI 10.18324/2224-1833-2023-2-9-16. – EDN JKCQZM.
2. Борзунов И. В., Калицкая В. В., Мустафина О. В. и др. Теоретические и концептуальные положения конкурентоспособности, устойчивого развития и несостоятельности на предприятиях отраслевых экономик. – Нальчик: КБГАУ им. В. М. Кокова, 2024. – 228 с. – EDN SGSSEG.
3. Гончарова М. Н., Соколова Е. В., Шатрова А. Я. и др. Методология анализа конкурентоспособности фирмы в современных условиях рыночной экономики // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 11-2(93). – С. 166-170. – DOI 10.24412/2411-0450-2022-11-2-166-170. – EDN DVRODB.
4. Демьянов В. Г., Конторова И. А. Стратегическое планирование на основе маркетинговых исследований в крупных компаниях // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2023. – Т. 17, № 3. – С. 206-214. – DOI 10.57015/issn1998-5320.2023.17.3.22. – EDN UREDXD.
5. Жидров А. Е. Выбор целевой аудитории при формировании стратегий долгосрочного развития и продвижении бренда города // Маркетинг в России и за рубежом. – 2021. – № 3. – С. 88-96. – EDN MYKLZZ.
6. Караева Ф. Е., Калицкая В. В., Степанова Л. А. Оценка сбалансированности социально-экономического развития муниципальных образований региона // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 12-1(153). – С. 242-246. – EDN QHTGSL.
7. Лазарева Е. В. Определение основных проблем развития потребительской сферы и выбор стратегии развития города Краснодара // Эпомен. – 2020. – № 44. – С. 126-133. – EDN PKOSKG.
8. Люкшин Н. А. Выстраивание внутригородского баланса для повышения роста населения городов // Наука XXI века: актуальные направления развития. – 2021. – № 1-1. – С. 453-456. – DOI 10.46554/ScienceXXI-2021.02-1.1-pp.453. – EDN BFBMSU.

9. Мурадов Р., Рахыев Д., Грузинцева Н. А. Использование инструментов товарного менеджмента при прогнозировании развития рынка потребительской продукции // Молодые ученые — развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2021. – № 1. – С. 830-831. – EDN JWZLYV.
10. Скрябина И. В., Мординова М. А. Современное состояние и тенденции развития потребительского рынка городского поселения // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 11. – С. 272-274. – EDN HWMTVY.
11. Торгашина И. Г. Анализ современных подходов к разработке стратегий развития городов // Экономические науки. – 2024. – № 235. – С. 231-235. – DOI 10.14451/1.235.231. – EDN LYPQIE.
12. Чичерина А. С. Принципы разработки стратегий социально-экономического развития крупных городов // Современная экономика: проблемы и решения. – 2021. – № 2(134). – С. 144-153. – DOI 10.17308/meps.2021.2/2542. – EDN FPKDVO.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

UDC 629.4.02

Aksyutin M. M. Questions of choosing procedures for rationality in the design of technical objects

Вопросы выбора процедур рациональности проектирования технических объектов

Aksyutin M. M.

Graduate student of the Department at
Bryansk State Technical University.

Аксютин М. М.
Аспирант кафедры
Брянского государственного
технического университета.

Abstract. *The article discusses the problem of achieving rationality in the design of technical objects. Based on its analysis, a new design system is proposed.*

Ключевые слова: рациональное проектирование, принятие решений, инженерный анализ, изобретательство, реинвертирование, функциональная структура.

Аннотация. В статье рассматривается проблема достижения рациональности при проектировании технических объектов. На основании ее анализа предложена новая система проектирования.

Keywords: *rational design, decision-making, engineering analysis, inventing, re-inverting, functional structure.*

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Характеристика проблемы

Понятие «рациональное проектирование (конструирование)» довольно часто встречается в технической литературе, однако смысл, вкладываемый в это выражение, часто различен и недостаточно определен. В основном под словом «рациональный» подразумеваются такие понятия, как «логичный», «целесообразный», «расчетливый»; это слово характеризует действия проектировщика. Таким образом, не будет ошибкой в целом понимать под рациональностью в проектировании такой способ действий инженера, который можно выразить в виде последовательности логически связанных и не противоречащих друг другу умозаключений. В чем состоит проблема рациональности при проектировании? Дж. Диксон [1] выделяет три основных вида интеллектуальной деятельности в ходе проектирования: изобретательство, инженерный анализ и выбор решений. При этом инженерный анализ по определению не может быть чем-либо иным, кроме как рациональной деятельностью, поскольку требует строгого логического доказательства полученных выводов, основанного на

полученных фактах [2, 3]. Напротив, в изобретательской деятельности достаточно сложно говорить о рациональности, поскольку изобретательство, как правило, имеет дело с нечетко сформулированными задачами [1, 4]. Таким образом, проблема рациональности в основном возникает при выборе технических решений, конструкторских вариантов будущей машины. Общая проблема рационального проектирования может быть сформулирована следующим образом: должен ли инженер при принятии решения в общем случае опираться на логику или интуицию, и если все-таки на логику, то каким образом?

Основные принципы принятия решений

В современной научной литературе, посвященной теории принятия решений [5 – 12], под принятием решений обычно понимается «особый процесс человеческой деятельности, направленный на выбор наилучшего варианта действий» [5, с. 19.]. Дж. Диксон [1] считает, что принятие решения, как событие («ситуация, в которой происходит принятие решений»), характеризуется наличием следующих трех условий («обстоятельств»):

- наличие цели (если нет цели, то нет потребности в принятии решения);
- наличие вариантов действия более одного (если нет альтернатив, то нет смысла в «решении», как деятельности);
- наличие информации («учет существенных факторов»), позволяющей принять решение.

Нетрудно видеть, что выполнение перечисленных условий позволяет инициировать процесса принятия решения, но для того, чтобы получить результат, необходимо выполнение еще трех условий, производных от определенных Дж. Диксоном:

- наличие критериев достижения цели;
- наличие прогнозов последствий действий и методов их оценки по отношению к цели;
- наличие критериев отбора факторов по их значимости.

В свою очередь, из данных условий вытекает необходимость выполнения еще одного: необходимо иметь методику разрешения противоречий, присущих многокритериальным оценкам. Кроме того, очевидна необходимость процедуры проверки правильности принятого решения, без которой принятие решения теряет практический смысл, а затраты времени и средств на принятие решения имеют определенные ограничения.

Можно считать, что конечной целью прикладных исследований в области теории принятия решений является в первую очередь поиск научных методов, позволяющих лицу, принимающему решение (далее - ЛПР), обеспечить выполнение перечисленных семи условий. На выполнении этих же условий основан и общая процедура

рационального выбора альтернатив, которая, согласно современным представлениям, состоит из следующих этапов:

- ситуационный анализ;
- идентификация проблемы и постановка цели;
- поиск необходимой информации;
- формирование альтернатив;
- формирование критериев для оценки альтернатив;
- проведение оценки;
- выбор наилучшей альтернативы;
- внедрение (исполнение);
- разработка критериев (индикаторов) для мониторинга;
- мониторинг исполнения;
- оценка результата.

Теория принятия решений в настоящее время в основном развивается применительно к задачам управления бизнесом и государственного управления, и в меньшей мере – применительно к задачам проектирования технических объектов, по следующим причинам.

Во-первых, для управленческих задач, как правило, характерно ограниченное число вариантов действия, и эти варианты действия во многом определены внешними обстоятельствами. Напротив, процессу проектирования наиболее присущи либо ситуации, для которых наилучший вариант действия самоочевиден (например, выбор болта из числа применяемых на предприятии), либо ситуации с большим числом возможных комбинаций действий (например, выбор конструктивного решения тягового привода железнодорожного экипажа). Если исходить из того, что исследование деятельности при самоочевидном выборе не представляет практического интереса ввиду отсутствия проблем принятия решений, а ситуации с изначально ограниченным числом вариантов выбора, продиктованных внешними обстоятельствами, на которые ЛПР не может повлиять, аналогичны принятия решений в бизнес-системах и на данный момент достаточно хорошо исследованы, то наибольший интерес для дальнейших исследований представляют ситуации, для которых изначально число вариантов действий велико. Под большим числом вариантов действий предлагается понимать такое число альтернатив, при котором проведение оценки и выбор наилучшей альтернативы приводят к исчерпанию имеющихся лимитов средств и времени.

Во-вторых, для конструкторских задач наличие слабо параметризуемых прогнозных показателей существенно обостряет проблему эргодичности изменения этих показателей в будущем. Поясним это на конкретном примере. Исходя из практики 70-х годов 20 века можно считать, что для опорно-осевого тягового привода железнодорожного экипажа необрессоренная масса выше, чем для опорно-рамного. Однако появление асинхронных тяговых электродвигателей (АТД) может создать

ситуацию, когда переход от опорно-осевого к опорно-рамному приводу может не дать практического выигрыша в необрессоренной массе, вследствие невысокой массы самого АТД и возможности снижения диаметра колес при использовании опорно-осевого привода. Появление новых технологий, решений на уровне изобретений резко и зачастую неожиданно для ЛПР меняет оценки альтернатив.

Эти две причины, несмотря на то, что решения принимаются в отношении объектов, свойства которых принципиально поддаются изучению и строгой количественной оценке, заставляют дополнять нехватку объективной информации интуицией, что ведет к субъективизму и увеличению числа ошибок. В итоге возникает вопрос: существует ли при проектировании рациональность в общем случае?

Универсальные методы принятия решений

Поскольку, как указывалось в [4], изобретательство относится к особой форме проектирования, то это позволяет условно разделить универсальные методы принятия решений при проектировании по признаку формирования альтернатив на две большие группы: стихийные и инжиниринговые методы. Принципиальным отличием при принятии решений в процессе проектирования в целом, в отличие от собственно изобретательства, является то, что степень самоочевидности варианта решения никак не влияет на выбор.

Стихийные методы

К стихийным методам относится, по сути дела, описанный в [4] метод проб и ошибок и его развитие в форме стихийно-эмпирических подходов. Еще в [13] было отмечено, что процесс проектирования аналогичен процессу научного поиска (рисунок 1):

Как видно из рисунка 1, здесь присутствует молчаливое отождествление процесса выдвижения научных гипотез о непознанных на данный момент законах природы с формированием альтернатив (концепций, по [13]) на основе уже познанных законов природы, для принятия решения. При этом в [13] не предлагается каких-либо определенных процедур для выработки альтернатив, указывается только что «процесс выработки альтернативных решений и концепций, необходимых для достижения поставленной цели, требует выдающихся творческих способностей». В [13] утверждается, что «наилучший почвой для рождения творческих идей является личный опыт». Это означает, что при недостатке личного опыта стихийные методы принятия решений неэффективны.

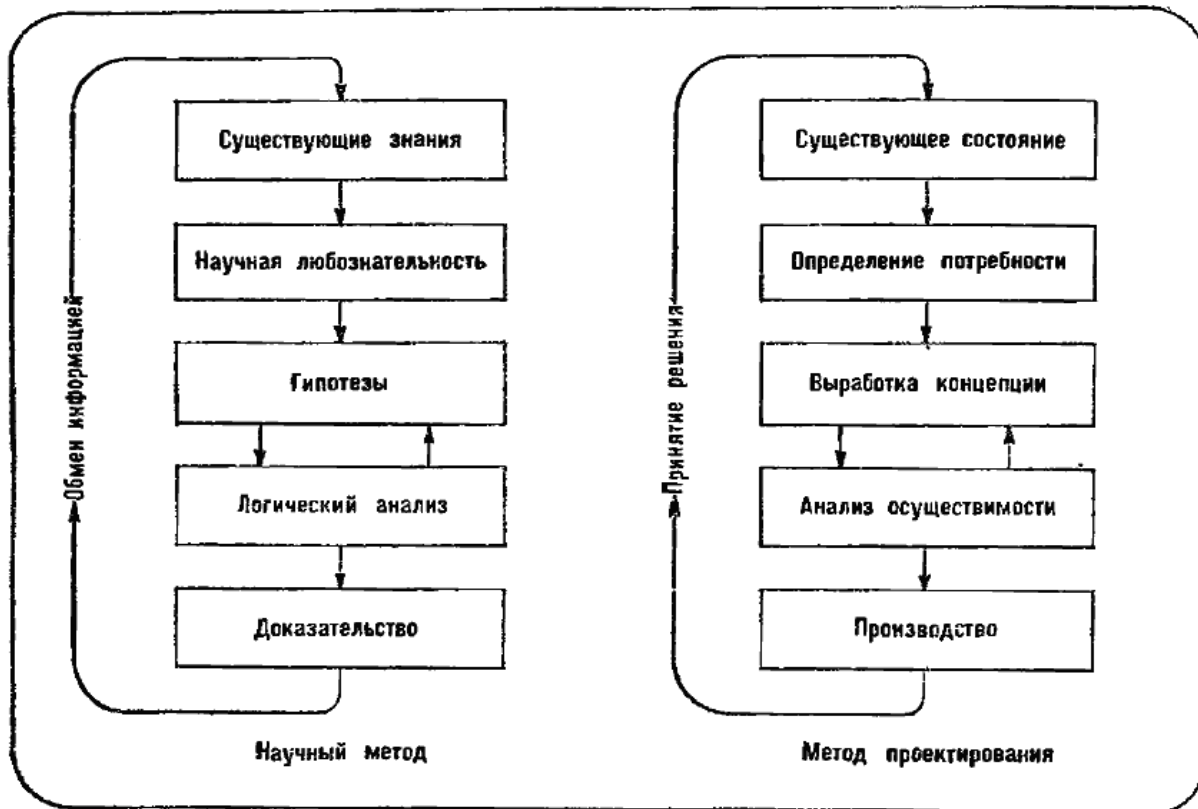


Рисунок 1. Сходство между процессами проектирования и научного поиска [13]

Инжиниринговые методы

К инжиниринговым методам принятия решений можно отнести методы, основанные на представлении процесса принятия технических решений в виде некоего технологического процесса, который может быть познан человеком, разделен на операции и осознанно рационально спроектирован на основе системы знаний, представляющих собой последовательную научную теорию.

Применительно к методам принятия решений при проектировании было сформулировано в изданной в 1976 году работе Коллера [14]: «...Кажется необходимым исследовать процесс конструирования и, при известных условиях, выразить его правила для того, чтобы со все возрастающим объемом научных выводов получать постоянно совершенствующийся "инструмент" для создания более лучших изделий. Описание процесса конструирования при помощи алгоритмов и правил, а также наличие электронных устройств для обработки данных являются условиями для рационализации и автоматизации процесса конструирования...»

Дальнейшее развитие идеи Коллера получили в работах Карлхайнца Рота [15], что привело к появлению метода вариации эффектов при выявленных частных функциях. В

связи с тем, что данный метод уже описан в технической литературе, остановимся на тех особенностях, которые делают его наиболее эффективным в условиях недостатка у конструктора опыта проектирования данного типа машин.

Рассмотрим процесс формирования альтернатив по методу Рота на примере выбора конструктивной схемы пассажирского монорельса (рисунок 2).

Предположим, что наша разработка инициирована следующей проблемой: выяснилось, что монорельс фирмы «Интамин» в российских условиях буксует зимой вследствие обледенения ходовой балки. Соответственно, общей задачей будет спроектировать привод пассажирского монорельса, который не буксует в зимних условиях. Отсюда вытекает частная задача – обеспечить перемещение экипажа.

На основании анализа имеющегося прототипа – привода пассажирского монорельса фирмы «Интамин» – определяем комплекс частных функций, которые должны быть реализованы в приводе. В нашем примере это три функции:

- преобразование электрической энергии сети в механическую;
- создание тягово-тормозных усилий;
- компенсация перемещения экипажа относительно пути.

На следующей стадии проектировщик определяет, какие законы природы (физические эффекты) позволяют реализовать комплекс частных функций. В соответствии с частной задачей, берем функцию «Создание тягово-тормозного усилия». Эта функция может быть реализована с помощью следующих эффектов:

- кинематического взаимодействия привода и пути (передача зацеплением);
- фрикционное взаимодействие;
- электромагнитное взаимодействие;
- другие эффекты (пропеллерная, реактивная тяга и т.п.), которые в данном случае по ряду причин заведомо будут отброшены.

На этой стадии фактически определяется геометрическая схема будущей конструкции. Следующая стадия – выбор технических решений, новых или известных, которые позволяют реализовать выбранную схему.

Если мы выбираем вариант, при котором дорожка качения тягового колеса закрыта другими стенками балок, то приходим к монорельсу с коробчатой балкой, который в нашей стране в первой половине 60-х создавался для не построенной линии Автозаводская – Нагатино [16]. Соответственно, выбор схемы с дорожкой качения понизу балки приводит к двум вариантам – монорельсу с двутавровой балкой, которой в 1960 году был спроектирован для линии от Манежной площади до Внуково [17], и к монорельсу с гибким подвесом ходового рельса к несущей балке, который был спроектирован в 1957 году для Темир-Тау [16], и еще ранее – для Камчатского монорельса.

Таким образом, инжиниринговый подход, благодаря расчленению процедуры выдвижения альтернатив на ряд формализуемых в целом этапов, позволяет на каждом

из этих этапов заблаговременно определять унинформацию и проводить инженерный анализ.

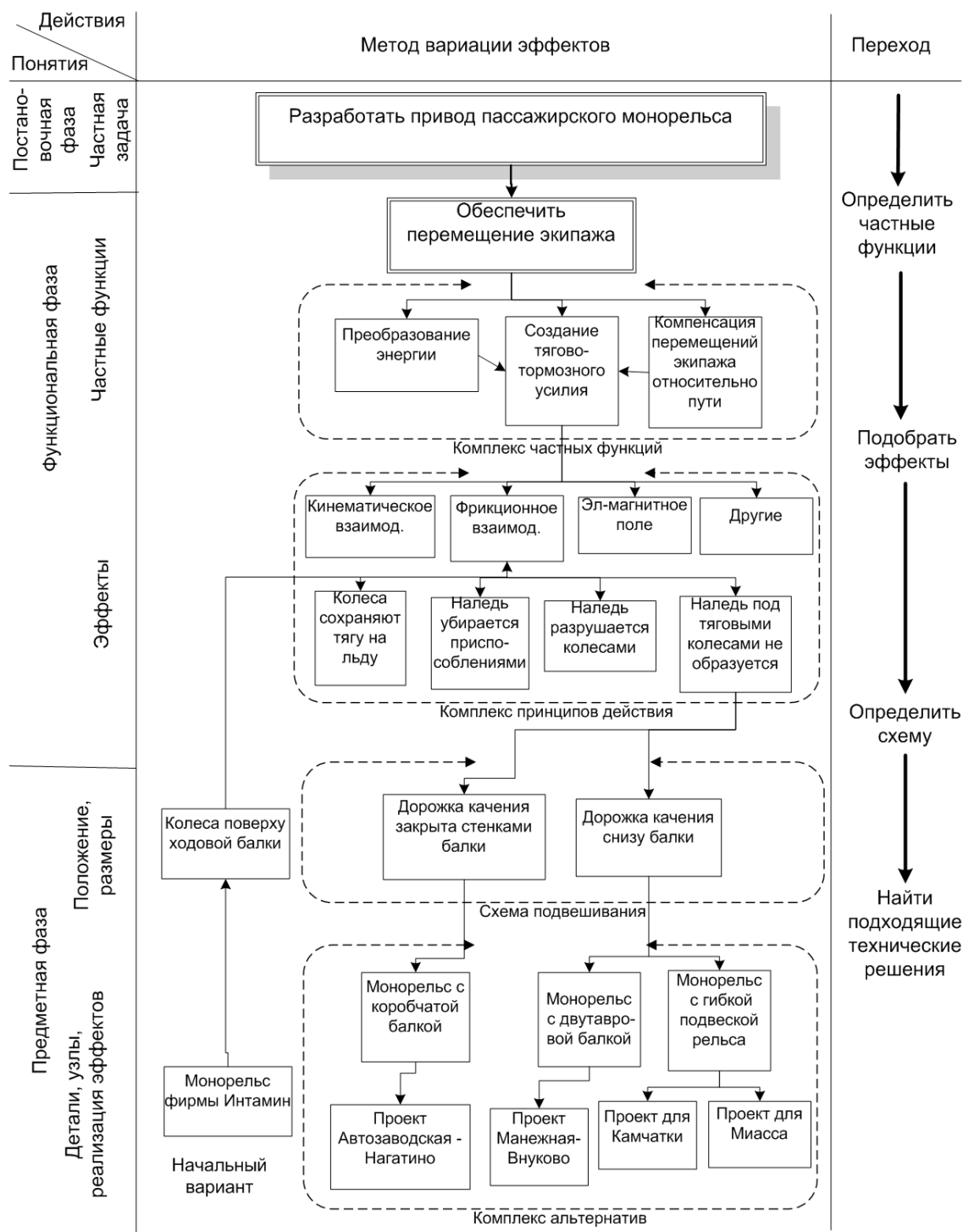


Рисунок 2. Процесс формирования альтернатив при выявлении частных функций по К. Роту

Анализ логики решений путем реинвентирования

Под реинвентированием будем понимать процесс, обратный изобретательству, то есть восстановление критериев выбора технического решения по результату выбора.

Любой выбор альтернативы в ходе проектирования можно представить, как способ разрешения противоречий между техническими требованиями и возможностями реализации объекта, на которые может рассчитывать проектировщик в данное время и в данных обстоятельствах. Это позволило авторам предложить для восстановления логики проектировщика использовать приемы, характерные для инженеринговых методов изобретательского творчества (рисунок 3).

Как видно из рисунка 3, предлагаемая система анализа логики решений имеет много общего с описанной в [4] обобщенной функциональной схемой для создания алгоритма инженерингового метода изобретательского творчества. Она включает в себя следующие основные стадии:

- подготовку исходных данных;
- постановку задачи;
- диалектический анализ;
- синтез конечного информационного продукта в виде предполагаемой системы критериев выбора решений.

При этом следует отметить две основных особенности. Во-первых, в результате деинвентирования исследователь получает не реальную картину принятия решений, а предполагаемую, которая для данного случая дает такой же результат, причем в предположении, что конкурент делает строго рациональный выбор, основанный на объективных факторах. Этот предполагаемый механизм принятия решений может существенно отличаться от того, который реально привел к данному решению у конкурента, однако он ценен тем, что дает информацию, как следовало бы рационально действовать в аналогичных условиях, чтобы прийти к данному положительному результату (или как не следовало действовать, если результат отрицательный). Во-вторых, адекватность предполагаемой картины принятия решений будет зависеть от точности воссоздания картины потребностей и технологических возможностей конкурента. При этом несомненная польза данного анализа оказывается еще и в том, что он наглядно показывает, что любое решение, рекламируемое как «прогрессивное», на самом деле представляет собой лишь попытку разрешить противоречие между ростом требований потребителя и ограниченными возможностями технической реализации изделия.

На стадии подготовки исходных данных производится сбор следующей информации:

- о самом объекте (конструкция, свойства, в т.ч. показатели надежности);
- о потребностях в данном объекте – круг потребителей, их особенности, специфические требования к изделию;

- о технологических возможностях производителя – характер производства, возможности заказа комплектации по кооперации с другими фирмами или применения предлагаемых другими фирмами комплектующих.

Наиболее закрытой информацией на данной стадии являются сведения о технологических возможностях конкурента. Эта информация может быть собрана законным путем с помощью анализа технических решений другой продукции конкурента, сообщений о применяемых технологиях в рекламных статьях и проспектах (подобных, например, [18]), данных об используемой покупной комплектации и т.п. в общем порядке ведения исследовательской или проектной организацией различных досье по тематике работы.

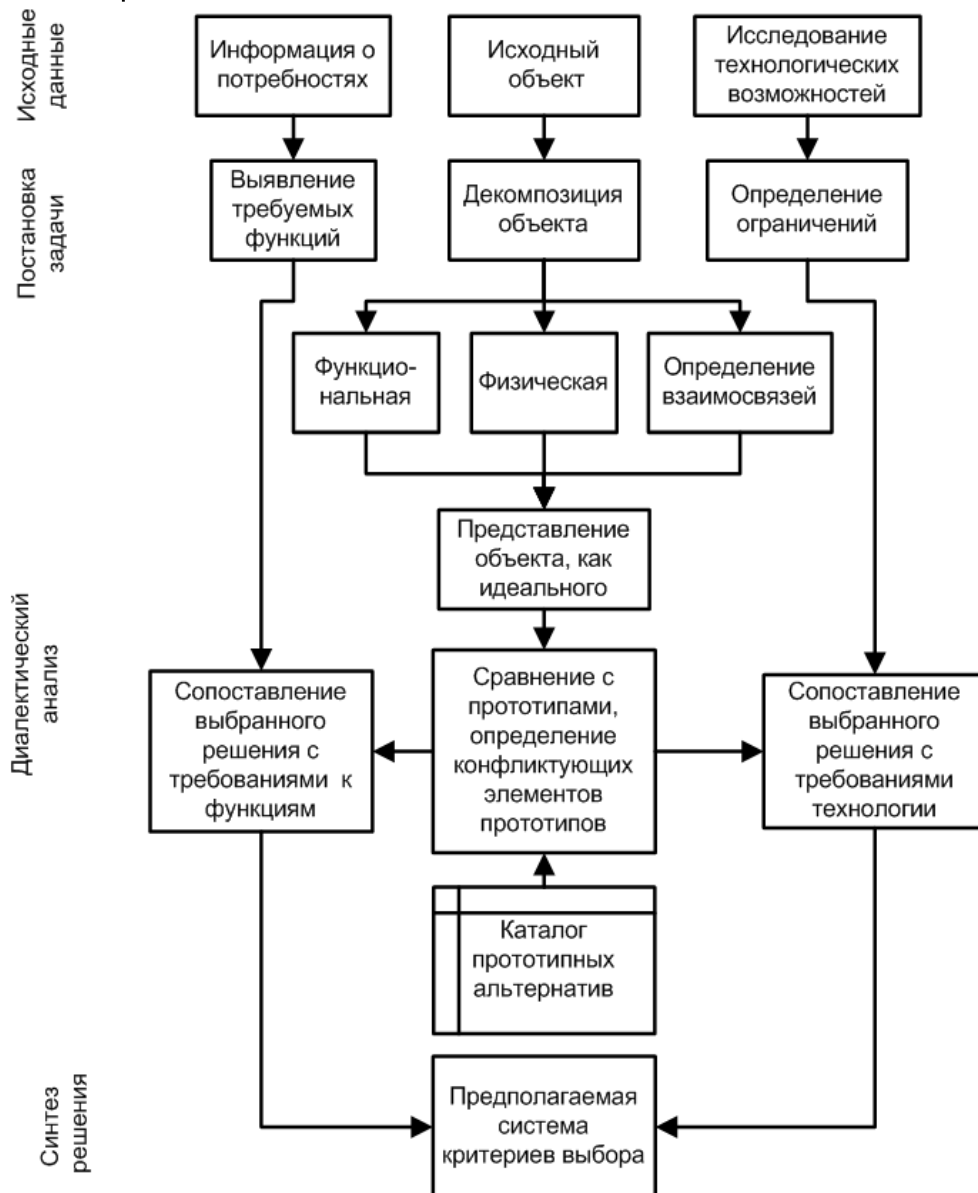


Рисунок 3. Схема анализа логики решений путем реинвентирования конструкции

Постановка задачи включает в себя три независимых процесса:

- выявление требуемых функций на основе анализа информации о потребностях;
- декомпозицию объекта на основе информации о нем;
- определение системы ограничений технической реализации на основе информации об имеющейся технологической базе.

Процедура декомпозиции производится для данной задачи аналогично описанной в [4], то есть проектировщик производит последовательный переход от предметного описания известного технического объекта (объектов) к системе частных функций, используя проблемно-ориентированные приемы функционального моделирования и приемы, развивающие творческое воображение безотносительно к рассматриваемому объекту. Результатом процедуры декомпозиции должны быть схемы объекта на функциональном уровне, уровне используемых эффектов, геометрии и технических решений, с выявлением взаимозависимости функций, выбираемых для их реализации физических эффектов, геометрических характеристик объекта и технических решений, которые обеспечивают проявление данных эффектов при заданной геометрии объекта. Обычно на этом этапе исследователь уже получает часть предположений о логике действия создателя объекта.

В процессе выявления потребительских функций и технических возможностей исследователь должен также создать систему критериев, которые позволяют оценить степень соответствия исследуемого объекта требованиям потребителя и возможностям его производства, обычно в виде ранговых оценок (например: «полное соответствие», «неполное соответствие», «явное несоответствие»).

На стадии диалектического анализа исследователь должен дать ответы на следующие гипотезы:

- какую техническую задачу предположительно решал разработчик, исходя из результатов декомпозиции и анализа объектов на уровне функций, эффектов, геометрии и технических решений объекта?
- в какой мере выбранное решение соответствует требуемым потребительским качествам объекта?
- в какой мере выбранное решение соответствует технологическим возможностям реализации технической идеи проектировщика?

При этом, в отличие от аналогичного этапа метода изобретательского творчества, в данном случае исследователь не может определить техническую задачу на основе анализа изучаемого объекта, так как объект представляет собой уже решение этой задачи. В связи с этим данный объект можно представить, как техническую реализацию некоего идеального объекта, а какие задачи были решены, выявляется на

основе сравнения этого объекта с его вероятными прототипами. Выбранные прототипы точно так же подвергаются декомпозиции, и для них выявляются:

- проблемы на уровне функциональной структуры;
- противоречия в требованиях к прототипам, не позволяющие решить эти проблемы;
- противоположности на уровне физической структуры прототипов, которые порождают указанные противоречия.

Гипотезы о возможных решенных задачах исследователь проверяет на соответствие как требуемым потребительским качествам объекта, так и технологическим возможностям реализации. Если выясняется, что предполагаемая задача не была решена в исследуемой конструкции, гипотеза считается ложной, и исследователь продолжает выявлять другие вероятные задачи. На основании того, как проектировщик решил предполагаемые задачи в рассматриваемой конструкции, делается прогноз того, какими принципами выбора он руководствовался.

References

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов. / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2005. – 568 с.
2. Крайнев, А.Ф. Идеология конструирования / А.Ф. Крайнев – М.: Машиностроение-1, 2003. – 384 с.
3. Таленс, Я.Ф. Работа конструктора: монография / Я.Ф. Таленс – Л.: Машиностроение, 1987. – 255 с.
4. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование: Системный подход: монография; пер. с польск / Я. Дитрих – М.: Мир, 1981. – 456 с.
5. Диксон, Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: монография / Дж. Диксон – М. «Мир», 1969. – 440 с.
6. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука: монография / Г.С. Альтшуллер – М.: Сов. радио, 1979. – Кибернетика, 105 с.
7. Техническая инновационика. Проектирование конкурентоспособных машин: монография / [О.В. Измеров и др.]; под ред. академика Академии электротехн. наук Рос. Федерации, д-ра техн. наук, проф. А.С. Космодамианского. – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2013. – 415 с.
8. Zwicky, F. The morphological approach to discovery invention research and construction. – Berlin: Springer, 1967.
9. Moles, A. Roland caude Creativite et methodes d'innovat. Fayard-Hame, 1970.

10. Повилейко, Р.П. Десятичная матрица поиска / Р.П. Повилейко. – Рига: О-во Знание, 1978.
11. Чяпяле, Ю.М. Метод технического творчества / Ю.М. Чяпяле – Вильнюс: Мокслас, 1985.
12. Ханзен, Ф. Основы общей методики конструирования: пер. с нем. / Ф. Ханзен – Л.: Машиностроение, 1966.
13. Beits, W. Systemtechnik der Maschinenkonstruktion. Unterlagung zur Vorlesung. TU Berlin, 1969.
14. W. Ross Ashby. An Introduction to Cybernetics. – London: Chapman & Hall, 1956 – 295 с.
15. Глушков, В.М. Синтез цифровых автоматов / В.М. Глушков. – М.: Физматгиз. – 476 с.
16. Харкевич, А.А. О ценности информации. Проблемы кибернетики / А.А. Харкевич. – 1960. – Вып. 4. – С. 53 – 57.
17. Моисеев, Н. Человек и ноосфера / Н. Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 352 с.
18. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для студентов вузов / А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988 г. – 368 с.

UDC 69.003:004.942

Borodin I. Prospects for the application of Scan-to-BIM technology in engineering and construction: current state and future development

Borodin Ilia

master's degree

Yaroslavl State Technical University

Abstract. *This article explores the potential of applying Scan-to-BIM technology in engineering and construction, highlighting its capabilities and prospects for utilization. The current state of the technology is examined, including its role in creating accurate digital models of structures, optimizing project processes, and enhancing safety. The prospects for its implementation, such as integration with artificial intelligence, development of standards, and use in sustainable construction, are discussed. Examples of practical application, including industrial facility reconstruction, are provided to illustrate its economic and practical efficiency.*

Keywords: *Scan-to-BIM, construction industry, laser scanning, digital modelling, reconstruction, engineering, BIM technologies, industrial reconstruction*

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

1. Introduction

New technologies are substantially transforming the construction and engineering sectors, introducing new design, construction, and management ways of facilities. One of the most important technologies among these innovations is Scan-to-BIM (Scanning for Building Information Modelling). It integrates laser scanning and BIM with the purpose to design very accurate digital models of buildings from scanned data. These models render design solutions more accurate, development processes quicker, and eliminate risks associated with design errors.

The technology is applied in all stages of a building's life cycle, from surveying existing buildings to reconstruction and preservation. Despite its growing popularity, the technology faces some obstacles, including the high cost of equipment, problems with processing extremely large datasets, and the lack of standard procedures for implementation. Listed problems stress the necessity for further research on the potential and prospective use of Scan-to-BIM in engineering and construction companies. The purpose of this study is to examine the current state and future directions of Scan-to-BIM technology in engineering and construction industries.

2. Main part. Current capabilities of Scan-to-BIM technology

Modern design and asset management strategies in the construction industry increasingly rely on high-accuracy data and its seamless integration into digital environments, particularly in the context of adapting international business models to local construction materials markets [1]. The Scan-to-BIM can be regarded as one of the most effective technologies to fulfill such requirements by effectively creating digital building and infrastructure models from laser-scanned data. "From this perspective, the technology enables new opportunities for structural assessment, planning of repair and reconstruction works, and management of building life cycles.

It represents perhaps the most advanced method of getting highly detailed three-dimensional models of existing structures. Traditional methods of building surveying and inspection are usually time-consuming and more subject to human error. Laser scanning, when integrated with BIM, delivers precise data with minimal effort, enabling the creation of models that accurately reflect the current state of an asset. These models can be applied to the design of engineering systems, structural analysis, or evaluation of a building's condition [2].

Scan-to-BIM also significantly facilitates the decision-making process in project development by having visualized data and analytic tools available. Using accurate scanning data, the disassembly process can be carefully planned with minimized costs and waste generation. This capability is particularly useful for existing older buildings, where the lack of available documentation renders traditional inspection processes even more challenging. Another main application of Scan-to-BIM is in building operation phases. The information model provided by laser scanning can serve as a foundation for facility management, enabling the monitoring of a building's condition, documentation of wear and tear on buildings, and planning of preventive maintenance.

Scan-to-BIM is also important when it comes to preparing buildings for demolition or deconstruction. On the basis of correct scanning information, the process of dismantling can be planned with caution, saving money and generating less waste. 3D models can identify recyclable materials as well, and hence the technology becomes a significant resource in terms of circular economy principles and sustainable construction practices [3].

Scan-to-BIM's contribution to ensuring greater construction safety is not less meaningful. Scanning models enable one to identify possible risks of reconstruction or operation running at the initial phase, allowing for immediate countermeasures. Use of these models reduces the involvement of people in dangerous conditions, as most of the inspection and calculation processes can be performed within a virtual environment.

Generally, Scan-to-BIM offers the construction industry a powerful tool for increasing the precision and efficiency of design, management, and operation processes. Despite its extensive capabilities, the technology necessitates a comprehensive implementation approach, involving professional training, process standardization, and the modernization of existing methodologies.

3. Prospects for the application of Scan-to-BIM in the construction industry

Scan-to-BIM technology stands for modern approaches in modelling and analysis, thus serving as a forward-looking method that might really change the essence of design, construction, and asset management practices. Precise laser scanning combined with the capacity of Building Information Modelling opens big perspectives for further development of the construction industry by including process automation, increasing economic efficiency, and making it resilient to the challenges of digital transformation.

One of the key prospects of this technology lies in its deeper integration with construction project management systems. At the designing phase, Scan-to-BIM is able to create entire models taking into account the current state of a structure and for predicting its alterations over the course of its lifetime. This would be particularly critical in the event of high-tech infrastructure projects such as bridges, tunnels, and multi-story transportation interchanges, where precision and prediction are specially significant.

The technology also holds great promise for cost savings in construction by making processes simpler and less error-prone. Data gained from scanning can avoid possible clashes between engineering systems and structure components at the design phase. This can lead to a lot of rework being avoided out in the field and, consequently, the cost of the project overall decreasing.

Another key potential is the increased application of Scan-to-BIM for the restoration of historic building and cultural heritage sites. Traditional restoration methods are time-consuming and involve much labor with the possibility of losing important architectural details. Scan-to-BIM makes it possible to preserve the whole digital replica of these buildings because it is accurate in restoration and offers virtual reconstruction possibilities for educational and cultural purposes [4].

Another major avenue for the development of Scan-to-BIM technology is its adaptation for sustainable construction practices. As environmental concerns and material recycling gain increasing attention, Scan-to-BIM can serve as a valuable tool for planning building deconstruction with minimal waste [5]. Accurate 3D models allow for the early assessment of material volumes that can be recycled or reused, thereby contributing to the reduction of the carbon footprint of construction projects.

The future of Scan-to-BIM is also closely tied to advancements in artificial intelligence and machine learning. It is the application of intelligent algorithms to process laser-scan data that is the key to realizing new capabilities, such as automatic structural damage detection or prediction of material wear. These improvements have the potential to significantly reduce analysis times and enhance results quality.

One of the most promising prospects lies in the application of Scan-to-BIM technology by small and medium-sized construction companies, which often face financial constraints. Presently, the large construction firms are using Scan-to-BIM, but advancements in less expensive equipment and software could, theoretically, lead to local contractors picking up the technology, thus driving the overall industry digital maturity. The challenges of incorporating this technology encompass economic, technical, organizational, and environmental aspects, as they require targeted solutions for overcoming existing barriers (table 1).

Table 1

Limitations of Scan-to-BIM technology [6, 7]

Category	Limitation	Description
Economic	High cost of equipment and software.	Laser scanners and specialized software require significant financial investment, making the technology inaccessible to many companies.
Technical	Complexity of processing large datasets.	Laser scanning generates massive volumes of data that demand powerful computational resources for processing and storage.
Category	Limitation	Description
Organizational	Lack of standardized implementation methods.	Most countries lack unified standards for using Scan-to-BIM, complicating its widespread adoption and integration into workflows.
Human resources	Shortage of qualified professionals.	The technology requires trained professionals familiar with laser scanning and BIM systems, posing a problem for organizations with limited resources.

The applications for Scan-to-BIM are immense and vary from improved design accuracy to the potential of constructing green and sustainable buildings. To harness the maximum potential of this technology, its technical competence needs to be further developed and an integrated regulatory framework established in order to enable its large-scale application in the building construction industry.

4. Examples of Scan-to-BIM use in reconstruction

The reconstruction of industrial and any other complicated architectural structures is one of the most complicated tasks in construction. This type of project requires very precise

structure condition evaluations, integrated design approaches, and cost minimization during realization. Scan-to-BIM technology currently proves to be irreplaceable in transforming laser-scanned data into building information models. This significantly enhances the accuracy and efficiency of reconstruction processes. According to a global survey of professionals in the construction and architectural sectors [8], the majority of buildings designed using Scan-to-BIM technology are commercial and industrial facilities (fig. 1).

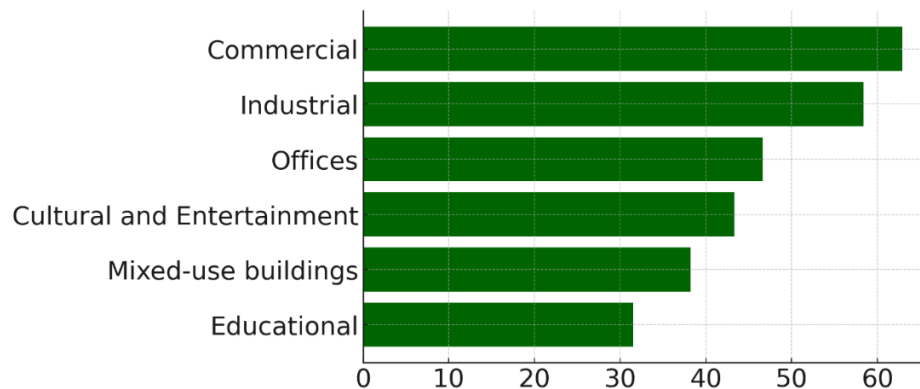


Figure 1. Distribution of worldwide Scan-to-BIM projects by building type in 2020, %

A leading provider of Scan-to-BIM services, BIM Innovations has successfully completed over 1,500 projects based on point cloud modelling. Their expertise spans a wide range of industries, ranging from modelling industrial complexes, bridges, and railway stations to historic monuments. BIM Innovations specializes in creating precise models of existing buildings from 3D laser scanning data of major industry providers such as Faro, Leica, Matterport, Navvis, Trimble, and Geoslam. Their services include highly detailed modelling of engineering systems with a level of detail up to 500, showcasing their ability to address complex industrial reconstruction challenges [9].

Epicon, another notable example, actively employs Scan-to-BIM technology in its projects, enabling efficient solutions for the reconstruction and modernization of complex industrial facilities. In Moscow, Epicon successfully completed a project involving a natural gas metering unit by using laser scanning to accurately reproduce existing pipelines and metal structures as BIM models. This approach significantly reduced the time and budget required for the technical upgrade of the facility. Additionally, Epicon completed a laser scanning project in Yaroslavl within one month, securing high precision and efficiency in its execution [10].

Application of Scan-to-BIM technology for industrial rebuilding assists in developing accurate digital models of current structures, simplifying the process of design and preventing risk due to errors of original information. It is particularly crucial for complex projects where

traditional surveying may be impossible to obtain the required level of accuracy or would be too lengthy. Through utilization of automated laser scanning and building information modelling technologies, companies prove the effectiveness and usability of Scan-to-BIM in real life.

5. Conclusion

Scan-to-BIM technology has been found to be a useful way of integrating design, reconstruction, and operation processes in construction and increasing the accuracy and efficiency of such processes in all possible ways. Its capabilities are already being utilized in practice, with future prospects for further automation of processes, integration with artificial intelligence, and broader use in green construction. Successful experiences, such as the rebuilding of industrial facilities by companies, demonstrate its capacity to resolve complex problems in real practice. To reap the maximum potential of Scan-to-BIM, current constraints, for example, a high hardware cost, the absence of standards, and complexity in processing data, must be eliminated.

References

1. Umarov, A. (2025) 'How international companies adapt business models to local construction materials markets', XVIII International Scientific and Practical Conference Issues of Management and Economics: current state of current problems, 2(82), pp. 134–141.
2. Ursini, A., Grazzini, A., Matrone, F., Zerbinatti, M. (2022) 'From scan-to-BIM to a structural finite elements model of built heritage for dynamic simulation', Automation in Construction, 142, pp. 1045. doi: 10.1016/j.autcon.2022.104518
3. Gordon, M., von Zimmerman, L., Haradhun, O., Campanella, D., Bräutigam, M., De Wolf, C. (2024) 'Digitising building materials for reuse with reality capture and scan-to-BIM technologies', A Circular Built Environment in the Digital Age, 4, pp. 41–45.
4. Pepe, M., Costantino, D., Alfio, V., Restuccia, A., Papalino, N. (2021) 'Scan to BIM for the digital management and representation in 3D GIS environment of cultural heritage site', Journal of Cultural Heritage, 50, pp. 115–125. doi: 10.1016/j.culher.2021.05.006
5. Yarov, Y. (2024) 'Modern architectural approaches to building design: integrating eco-friendly solutions and advanced technologies', New science: from idea to result, 11, pp. 139–147.
6. Abreu, N., Pinto, A., Matos, A., Pires, M. (2023) 'Procedural point cloud modelling in scan-to-BIM and scan-vs-BIM applications: a review', ISPRS International Journal of Geo-Information, 12(7), pp. 260. doi: 10.3390/ijgi12070260

7. Maxime, Q., Stefan, B., Aymeric, H., Laure, D. (2024) 'Scan-to-BIM: Unlocking current limitations through Artificial Intelligence', InISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 41, pp. 1040–1047.
8. Rocha, G., Mateus, L. (2021) 'A survey of scan-to-BIM practices in the AEC industry – a quantitative analysis', ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(8), pp. 564. doi: 10.3390/ijgi10080564
9. Scan to BIM / BIM Innovations // URL: <https://biminnovations.com/scan-to-bim> (date of access: 13.06.2025).
10. Projects / Epicon // URL: <https://epicon.biz/en/projects> (date of access: 14.06.2025).

UDC 004.624: 004.738.5

Ilyin P.A., Petrukhnova G.V. Systems track software errors throughout the life cycle

Системы отслеживание ошибок программного обеспечения в процессе жизненного цикла

Ilyin Pavel Alexandrovich

Undergraduate Student
Voronezh State Technical University

Scientific adviser: **Petrukhnova Galina Viktorovna,**

Cand. of Eng. Sc., Asc. Prof.,
the Department of Automated and Computing Systems
Voronezh State Technical University

Ильин Павел Александрович

Студент бакалавриата

Воронежский государственный технический университет

Научный руководитель

Петрухнова Галина Викторовна, к.т.н., доцент кафедры автоматизированных и

вычислительных систем

Воронежский государственный технический университет

Abstract. *The relevance of software error tracking systems in the life cycle process is shown. The main stages of the life cycle of software errors, their content and purpose are considered. The most popular software products that perform software error tracking functions are presented. The main blocks of information systems for managing the life cycle of software errors are indicated. It is shown that the core of the software bug tracking system is the bug description/reproduction unit. This block allows us to talk about the advantages of the system over its analogues. It is shown that an innovative approach in software bug tracking systems is the method of using macro-description. This method greatly simplifies the execution of processes for describing complex repetition situations. The use of video recording tools for errors is relevant. Including relevant playback sequences through a series of automatic screenshots. When using this method, the processing time for each error is reduced several times, both on the applicant's side and on the performer's side. Unification of the processing of elements of the error database allows not only to form a standard for maintaining this database, but also to bring the previously created database to uniformity.*

Keywords: software bug, software bug life cycle, bug database

Аннотация. Показана актуальность систем отслеживания ошибок программного обеспечения в процессе жизненного цикла. Рассмотрены основные этапы жизненного цикла ошибок программного обеспечения, их содержание и назначение. Представлены наиболее популярные программные продукты, выполняющие функции отслеживания ошибок программного обеспечения. Указаны основные блоки информационных систем для управления жизненным циклом программных ошибок. Показано, что ядром системы отслеживания ошибок программного обеспечения является блок описания/воспроизведения ошибок. Этот блок позволяет говорить о преимуществах системы над ее аналогами. Показано, что инновационным подходом в системах отслеживания ошибок программного обеспечения является метод применения макро-описания. Этот метод значительно упрощает выполнение процессов описания сложных ситуаций повтора. Актуально использование инструментов видео-фиксирования ошибок. В том числе актуальны последовательности воспроизведения посредством ряда автоматического выполнения скриншотов. При использовании данной методики время обработки каждой ошибки сокращается в несколько раз, как на стороне заявителя, так и на стороне исполнителя. Унификация обработки элементов базы данных ошибок позволяет не только сформировать стандарт ведения данной базы, но и привести к единообразию ранее созданную базу.

Ключевые слова: ошибка программного обеспечения, жизненный цикл ошибки программного обеспечения, база данных ошибок

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

1. Введение

Развитие и спрос программного обеспечения (ПО) в различных сферах деятельности, его внедрение в современную жизнь приводят к росту сложности кода и увеличению объёма обрабатываемых данных, что требует высокой гарантии качества разработки программного продукта. Также каждая программа, перед передачей в использование, должна пройти множество видов тестирования, чтобы минимизировать затраты на обслуживание программы после выпуска [1].

Разработка ПО – это многоэтапный процесс, включающий в себя создание кода, тестирование, отладку и поддержку созданного продукта. При любой квалификации и значительных усилиях разработчиков ошибки неизбежны. Ошибка может появляться на любой стадии разработки ПО, то есть стадиях анализа требований, проектирования, кодирования, тестирования, реализации и обслуживания системы. Отслеживание ошибок, управление ошибками в процессе жизненного цикла ПО и решение вопросов о статусе ошибок поддерживают и значительно повышают качество реализованного ПО.

2. Методики и аппаратные средства

Основной частью ошибок, возникающих в ПО, разработанном для компьютера, являются одиночные ошибки, не требующие изменения компонентов компьютера. Исправление обнаруженной ошибки требуется, чтобы остановить распространение ее действия на другие функции системы [2].

Ошибкой ПО считают либо ситуацию расхождения между программой и её спецификацией в том случае, если такая спецификация существует, и она является правильно разработанной, либо ситуацию, когда программа не производит ожидаемый результат. Ошибки могут быть вызваны различными вариантами факторов – от логических, до проблем с совместимостью ПО.

Решение о статусе ошибки и управление ошибкой контролируется сопровождающим отчетом. Отчёт об ошибках – важнейший инструмент разработчика программного продукта, а хорошо написанный отчёт о дефекте — половина решения проблемы для программиста [3]. Единственная цель создания отчёта заключается в исправлении ошибки. Отчёт необходим для всех участвующих лиц в разработке ПО,

включая заказчика, – он помогает анализировать процесс разработки программного обеспечения во времени.

Существует понятие жизненного цикла ошибки (ЖЦО)– это цикл, через который проходит отчёт об ошибке за весь период своего существования, включая различные состояния ошибки [4]. Он начинается с момента обнаружения новой ошибки, и заканчивается, когда ошибка решена и закрыта, гарантируя, что не будет воспроизведена снова.

Для эффективного управления ошибками ПО используются системы отслеживания ошибок. Эти системы помогают разработчикам учитывать и контролировать ошибки, а также следить за процессом их устранения. Такие системы значительно упрощают процесс поиска и устранения ошибок, обеспечивая видимость статуса ошибки для всех участников проекта, сохраняя данные о частоте и типах ошибок. Подобные системы разрабатываются как с открытым исходным кодом, так и с закрытым кодом в качестве проприетарного ПО [5].

Встречаются системы отслеживания ошибок, как общего назначения, так и специализированные. Подходящий вариант при разработке выбирают на основе требований пользователя. Требования могут отличаться указанием платформы, размерности, вида поддержки, отчетности, отслеживания и других особенностей проекта [6].

Главным компонентом системы отслеживания ошибок является [база данных](#) (БД). Она содержит сведения об обнаруженных ошибках. Рассмотрим популярные программные продукты, содержащие подсистемы для отслеживания ошибок в процессе жизненного цикла.

JIRA [9] – программный продукт, который может быть использован в крупных организациях с большим количеством пользователей и проектов. На сегодняшний день является очень популярным инструментом.

Bugzilla [10] – среда может потребовать много усилий для настройки. Мощность и гибкость этого программного продукта делают его востребованным для многих крупных компаний.

Redmine [9] – среда для различных профильных организаций. Программный продукт особенно популярен среди IT-компаний, но также широко востребован в организациях, не связанных с IT-сферой.

GitHub Issues – среда, которая подходит для проектов любого размера. Этот программный продукт может потребовать дополнительных ресурсов для настройки.

Marker.io – программный продукт для отслеживания ЖЦО и форум для обратной связи. Этот инструмент помогает командам разработчиков не только находить ошибки,

но и предоставляет обратную связь на веб-сайтах и веб-приложениях во время разработки, тестирования и после запуска.

MantisBT – это бесплатная среда с открытым исходным кодом. Она известна своим балансом между простотой и мощностью, но имеет ограниченные возможности по отслеживанию ЖЦО.

3. Результаты

Для небольшой команды разработчиков ПО бывает важно использовать свой программный продукт, который достаточно легко было бы поддерживать и настраивать на особенности своих собственных проектов. Бесплатный инструмент под рукой всегда выгодно иметь. Для проектирования системы отслеживания ошибок необходимо представлять основные этапы ЖЦО.

«Новый» – это этап, когда тестирующий находит ошибку, локализует и вносит её в систему отслеживания ЖЦО. Это начало официального существования ошибки.

«Далее» — этап, когда статус ошибки меняется на «Отказ» или на статус «Назначена».

«Отказ» — это этап, когда пишется комментарий программиста или менеджера о причине отклонения ошибки. Причиной может быть некачественное описание (например, такая ошибка уже существует и обнаружен её дубликат), невозможность воспроизвести ошибку. Отказ может произойти, потому что для заказчика какие-то ошибки перестали быть актуальными, и в этом случае тестирующий или закрывает ошибку, или дополняет комментарии данной ошибки и переводит ее заново в состояние «Назначена».

«Назначена» — ситуация, когда ошибка просмотрена и открыта. Другими словами – назначена для исправления.

«Решена» — этап, когда ошибку исправили, и она, в этом состоянии, требует перепроверки тестирующим. После проверки ошибки она переводится в состояние «Переоткрыта» (если ошибка не исправлена или исправлена не полностью) либо в «Закрыта» (если ошибка исправлена).

Все этапы ЖЦО должны отражаться в БД ошибок. Ошибка должна отслеживаться в течение всего своего жизненного цикла.

При проектировании и разработке прототипа соответствующей информационной системы, необходимо предусмотреть блоки управления жизненным циклом программных ошибок:

- блок описания/воспроизведения выявленных ошибок;
- блок отладки посредством выполнения макросов;

- блок унификации обработки элементов БД ошибок.

Данные блоки взаимосвязаны друг с другом.

Ядром системы ошибок, позволяющим говорить о ее преимуществах над аналогами, является блок описания/воспроизведения ошибок. При работе с этим блоком возможно практическое применение мультипарадигмальной методологии управления ЖЦО [11] – [13] за счёт использования инструментов видео-фиксирования ошибок, в том числе последовательности воспроизведения посредством ряда автоматического выполнения скриншотов. При этом инновационным в данном контексте является метод применения макро-описания, поскольку он упрощает выполнение процессов описания сложных ситуаций повтора.

При использовании этой методики время обработки каждой ошибки сокращается в несколько раз, и на стороне заявителя, и на стороне исполнителя. Так, разработчику (исполнителю) не требуется разбираться в деталях – готового сценария он может быстро воспроизвести любую ситуацию, инициирующую ошибку.

Преимуществом этой методики является возможность использования полученных сценариев для подготовки регрессионных тестов и дымового тестирования. Управление параметрами выполнения макро-описания позволяет реализовывать гибкий поиск ошибок в проблемной области.

4. Заключение

Размер команды разработчиков, сложность проекта, ресурсы и необходимость интеграции определяют выбор инструмента отслеживания ошибок. В любом из случаев, необходимо подходить к выбору инструмента отслеживания ошибок исходя из потребностей проекта. Системы отслеживания ошибок предоставляют командам разработчиков средства, с помощью которых возможно эффективно управлять ошибками устраняя их, повышая качество и объем производства ПО.

На практике применение мультипарадигмальной методологии управления ЖЦО [11] – [13] за счёт использования инструментов видео-фиксирования ошибок, в том числе последовательности воспроизведения посредством ряда автоматического выполнения скриншотов упрощает выполнение процессов описания сложных ситуаций повтора. Описанные преимущества системы управления ошибками позволяют сделать вывод об актуальности применения данного решения в современных условиях.

Унификация обработки элементов БДО позволяет сформировать стандарт ведения данной базы, привести к единообразию ранее созданную БД, что позволит в дальнейшем осуществлять её миграцию не только с одного проекта на другой, но между организациями в целом.

References

1. Богомяков И.Н. Программа отслеживания ошибок при тестировании программного обеспечения // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. Новосибирск. – 2015. – № 2(28).- URL: [https://sibac.info/archive/technic/2\(28\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/2(28).pdf) (дата обращения: 15.06.2025)
2. Астахов И. А., Ефромеева Е. В. Использование системы контроля ошибок для сопровождения программного обеспечения // Academy. – 2019.- № 4 (43). – С. 26-28.
3. Куликов С. С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс // Минск: Четыре четверти. – 2017. – 312 с.
4. Морозова Ю. В. Тестирование программного обеспечения // Томск: Эль Контент. – 2019. – 120 с.
5. Тихонов Г. А. Система отслеживания ошибок // Теория и практика современной науки. – 2019. – № 3 (45). – С. 292-296.
6. Давыденко А. А Оценка систем отслеживания ошибок // Электронный периодический рецензируемый научный журнал «SCI-ARTICLE.RU». – 2017. – № 49 – С. 13-22. .— Режим доступа: https://sci-article.ru/number/09_2017.pdf дата обращения: 15.06.2025)
7. Система отслеживания ошибок // Теория и практика современной науки. – 2019. – №3 (45) – С. 292-296. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-otslezhivaniya-oshibok/viewer> (дата обращения: 15.06.2025)
8. Артюх Т. С., Попова Ю. Б. Системы управления ошибками при разработке программных продуктов // Информационные технологии в образовании, науке и производстве: III Международная научно-техническая интернет-конференция, 20-21 ноября 2015 г. Секция 2. Минск. – 2015. – С. 1-5.
9. Долгова И. А., Золина И. С. Использование баг-трекинговых систем для тестирования сложных информационных систем // Новые информационные технологии и системы: Материалы XV Международной научно-технической конференции. Пенза, – 2018. – С. 2-24.
10. Колесников А. В., Мордвинова А. Ю. Исследование информационных систем контроля ошибок при разработке программных продуктов // Инновационная наука. – 2016. – № 4-3 (16). – С. 115-116.
11. Данилин А.О. Мультипарадигмальность управления жизненным циклом дефектов программных и аппаратных систем// А.О. Данилин А.О., М.Д. Кол, Г.В. Петрухнова / Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2015. – Т. 11. № 3. – С. 24-27.

12. Данилин А.О., Кол М.Д., Петрухнова Г.В. Обеспечение надёжности программных решений// Сб. науч. тр. «Информатика: проблемы, методология, технологии». Материалы XV международной науч.-мет. конф. Воронеж: ВГУ. – 2015. – С. 265-268.

13. Данилин А.О., Петрухнова Г.В. Параметры определения уровня качества программных продуктов// Сб. науч. тр. «Физико-математическое моделирование систем». Материалы XIV Междунар. сем. Министерство образования и науки Российской Федерации, Российская академия наук, Воронежский государственный университет, Институт химической физики РАН. – 2016. – С. 61-64.

UDC 37

Rusov A.V. Analysis of the effectiveness of online training in manual testing for beginning IT specialists

Анализ эффективности онлайн-обучения ручному тестированию для начинающих ИТ-специалистов

Rusov Artem Valerievich,

Software tester,
teacher on the platform rusau.net
Minsk, Belarus

Русов Артём Валерьевич,
Тестировщик программного обеспечения,
преподаватель на платформе rusau.net
Минск, Беларусь

Abstract. This article presents an analysis of the effectiveness of online training in manual software testing for beginning IT specialists. The study conducted by the author of this article is based on a comparative analysis of online and offline training formats, the results of student surveys and an analysis of the practical skills of course graduates. The results show that the online format demonstrates comparable effectiveness with traditional training, provided that the educational process is properly organized.

Keywords: online training, software testing, manual testing, IT education, distance learning.

Аннотация. В настоящей статье представлен анализ эффективности онлайн-обучения ручному тестированию программного обеспечения для начинающих ИТ-специалистов. Исследование, проведенное автором настоящей статьи, основано на сравнительном анализе онлайн и офлайн форматов обучения, результатах опросов студентов и анализе практических навыков выпускников курсов. Результаты показывают, что онлайн-формат демонстрирует сопоставимую эффективность с традиционным обучением при условии правильной организации учебного процесса.

Ключевые слова: онлайн-обучение, тестирование ПО, ручное тестирование, ИТ-образование, дистанционное обучение.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Введение

Стремительное развитие информационных технологий и увеличение спроса на квалифицированных специалистов по тестированию программного обеспечения актуализируют вопросы эффективности различных форматов профессиональной подготовки. В процессе исследования установлено, что в настоящее время ускорился переход к онлайн-формату обучения, что требует научного анализа его эффективности в сравнении с традиционными методами. [4, с. 73]

По мнению автора статьи, ручное тестирование остается фундаментальной дисциплиной для начинающих тестировщиков, поскольку формирует базовые навыки

анализа требований, планирования тестирования и выявления дефектов. Эффективность обучения данной дисциплине критически важна для качества подготовки специалистов.

Цель исследования: оценить эффективность онлайн-обучения ручному тестированию для начинающих ИТ-специалистов в сравнении с традиционным офлайн-форматом.

Методология исследования. В авторском исследовании приняли участие 340 студентов курсов по ручному тестированию ПО: онлайн-группа: 180 человек (53%), офлайн-группа: 160 человек (47%). Возраст участников: 22-35 лет. Предварительный опыт в ИТ: отсутствует или минимальный.

Методы сбора данных: автором применялись - предварительное тестирование знаний и навыков, промежуточные контрольные работы (3 этапа), итоговая аттестация (теоретическая и практическая части), опросы удовлетворенности обучением, анкетирование работодателей через 6 месяцев после завершения курсов, анализ трудоустройства выпускников.

Критерии оценки эффективности: уровень усвоения теоретических знаний, качество выполнения практических заданий, скорость формирования профессиональных навыков, удовлетворенность процессом обучения, успешность трудоустройства, оценка работодателями уровня подготовки.

Таблица 1

Структура курсов

Структура	Описание
Онлайн-формат	Продолжительность: 12 недель, интерактивные лекции: 36 часов, практические занятия: 48 часов, самостоятельная работа: 60 часов.
Платформа	Специализированная LMS с интеграцией инструментов тестирования.
Офлайн-формат	Продолжительность: 10 недель, аудиторные лекции: 40 часов, лабораторные работы: 50 часов, самостоятельная работа: 54 часа, оборудование: компьютерные классы с профессиональным ПО.

Далее рассмотрим результаты обучения.

Таблица 2

Сравнение результатов итоговой аттестации

Критерий	Онлайн-группа	Офлайн-группа	p-value
Теоретические знания (средний балл)	8,2 ± 1,3	8,4 ± 1,1	0,156
Практические навыки (средний балл)	7,9 ± 1,4	8,1 ± 1,2	0,243
Скорость выполнения заданий	7,6 ± 1,6	8,3 ± 1,3	0,032*
Качество документации	8,1 ± 1,2	7,8 ± 1,4	0,087

*статистически значимые различия ($p < 0.05$)

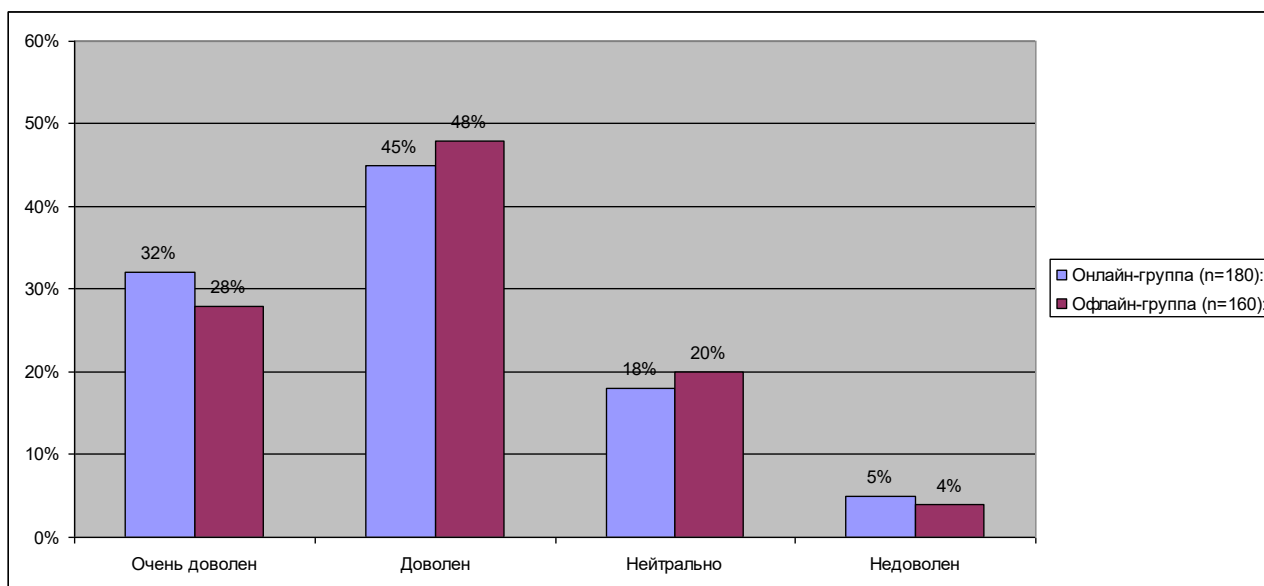


Рисунок 1. Уровень удовлетворенности обучением (n=340)

Далее рассмотрим преимущества и недостатки форматов обучения. Онлайн-формат - преимущества (по мнению студентов).

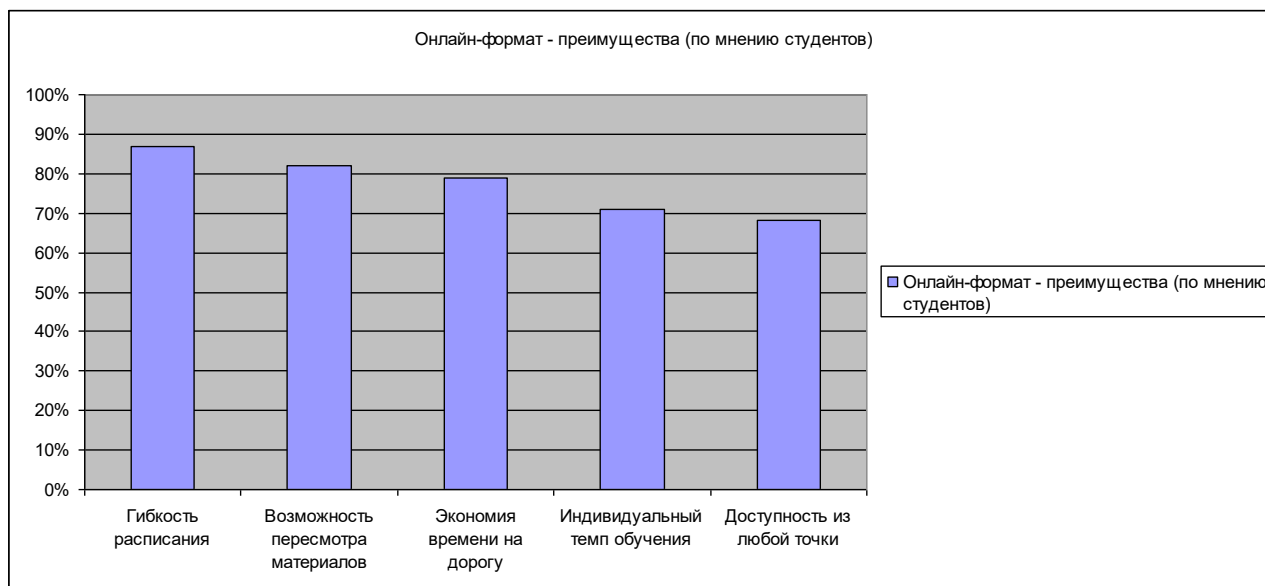


Рисунок 2. Онлайн-формат - преимущества (по мнению студентов)

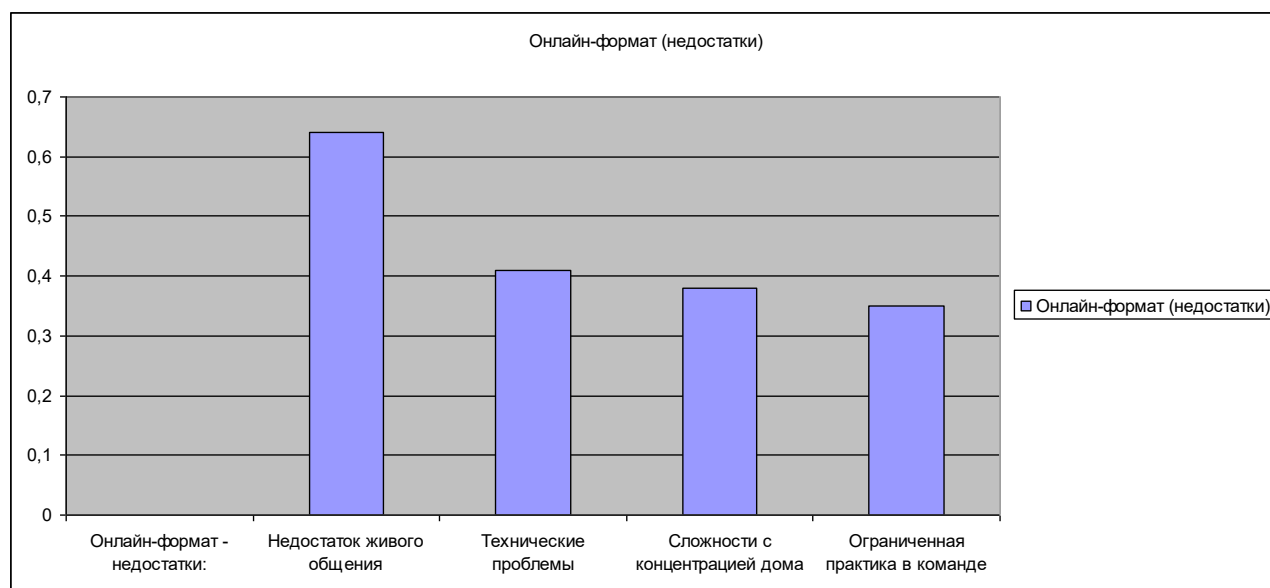


Рисунок 3. Онлайн-формат - недостатки (по мнению студентов)

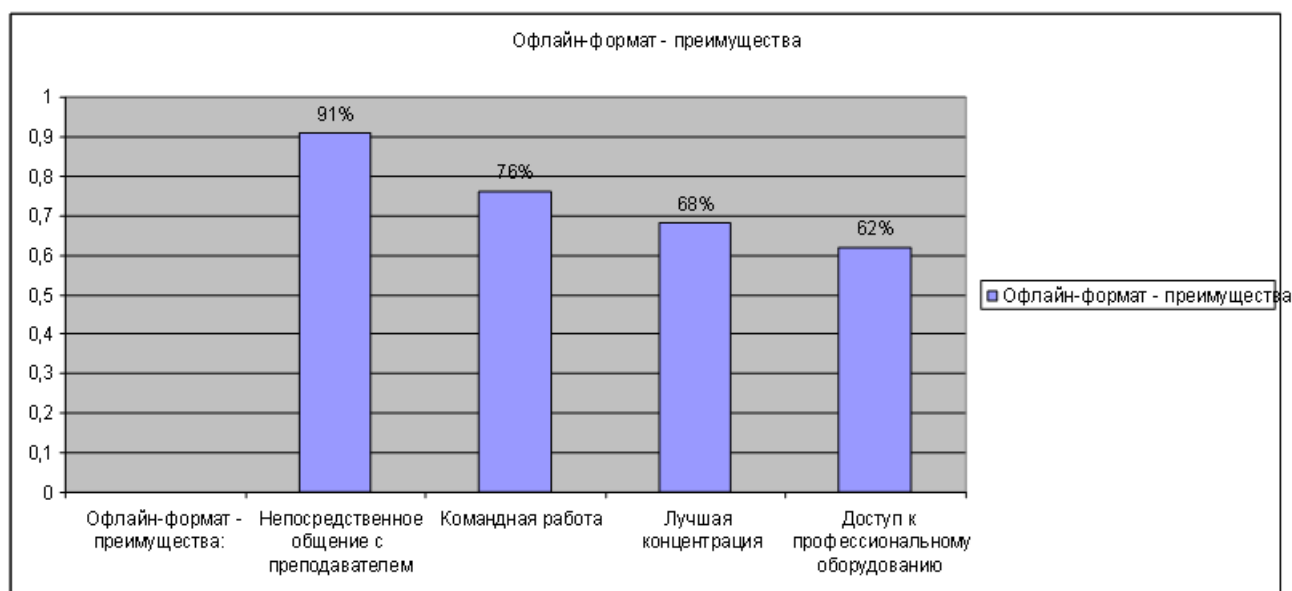


Рисунок 4. Офлайн-формат - преимущества (по мнению студентов)

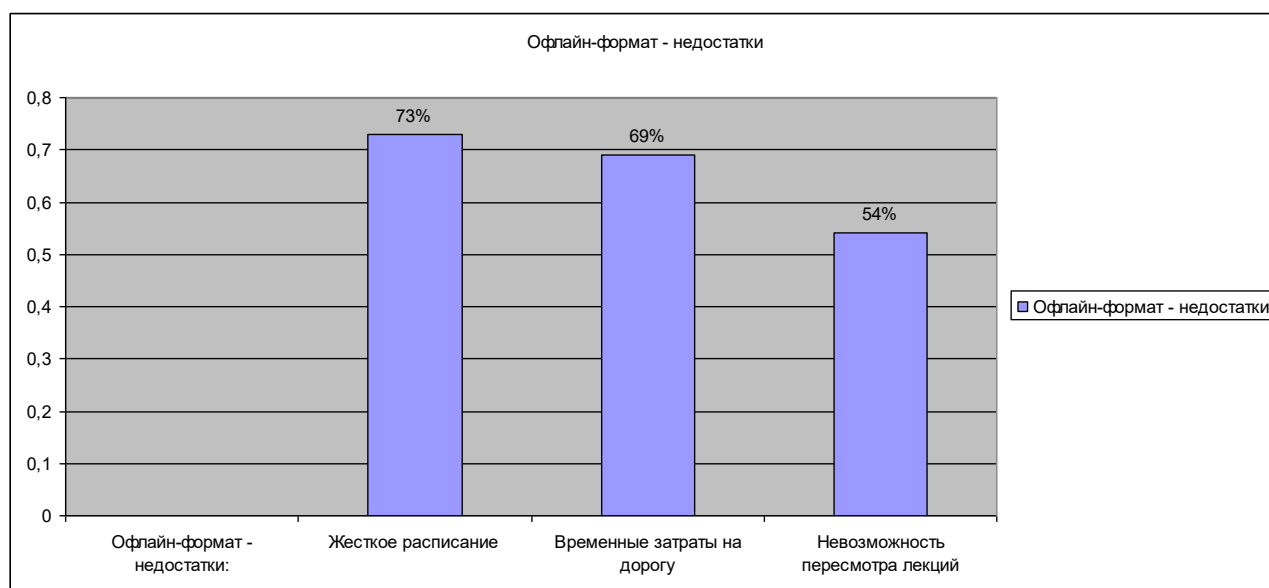


Рисунок 5. Офлайн-формат - недостатки

Анализ практических навыков студентов.

Оценка выполнения практических заданий

В рамках данного исследования студенты выполняли стандартизированные практические задания: анализ требований и создание тест-плана, разработка тест-кейсов для веб-приложения, выполнение функционального тестирования, документирование найденных дефектов, проведение регрессионного тестирования. [1, с. 75]

Таблица 3

Результаты практических заданий (средние баллы)

Задание	Онлайн	Офлайн	Разница
Анализ требований	8,1	8,3	-0,2
Создание тест-кейсов	7,8	8,0	-0,2
Функциональное тестирование	7,9	8,2	-0,3
Документирование дефектов	8,3	7,9	+0,4
Регрессионное тестирование	7,6	8,1	-0,5

Сильные стороны онлайн-студентов: автором было установлено высокое качество письменной документации, самостоятельность в решении проблем, эффективное использование инструментов, детальность в описании дефектов.

Сильные стороны офлайн-студентов: автором были установлены быстрота выполнения практических заданий, лучшие навыки командной работы, более уверенное использование профессионального ПО, эффективное взаимодействие с коллегами. [7, с. 514]

Трудоустройство и оценка работодателей - статистика трудоустройства (авторский анализ). Через 3 месяца после окончания курсов: онлайн-группа: 68% трудоустроены, офлайн-группа: 72% трудоустроены. Через 6 месяцев: онлайн-группа: 84% трудоустроены, офлайн-группа: 87% трудоустроены. Опрос работодателей. В опросе приняли участие 45 работодателей, принявших на работу выпускников курсов.

Таблица 4

Оценка работодателями уровня подготовки (шкала 1-10)

Навык	Онлайн-выпускники	Офлайн-выпускники
Теоретические знания	7,8	8,1
Практические навыки	7,6	7,9
Самостоятельность	8,4	7,8
Коммуникативные навыки	7,2	8,3
Адаптивность	8,1	7,7
Документооборот	8,2	7,6

Далее рассмотрим авторские рекомендации по оптимизации онлайн-обучения. На основе проведенного исследования разработаны следующие рекомендации.

Технические аспекты подразумевают необходимость использования интерактивных платформ с возможностью совместной работы, интеграция профессиональных инструментов тестирования, обеспечение стабильного доступа к тестовым средам. [3, с. 80]

Методические рекомендации включают в себя необходимость увеличения доли синхронных занятий для развития коммуникативных навыков, организация виртуальной командной работы, внедрение геймификации для повышения мотивации. [5, с. 66]

К организационным мерам, по мнению автора статьи, относится важность создания системы менторства, регулярные онлайн-встречи студентов, организация виртуальных хакатонов и конкурсов.

Выводы

Проведенное автором настоящей статьи исследование показывает, что онлайн-обучение ручному тестированию демонстрирует сопоставимую эффективность с традиционным офлайн-форматом. Статистически значимые различия выявлены только в скорости выполнения практических заданий в пользу офлайн-группы.

По мнению автора, онлайн-формат показывает преимущества в развитии навыков документирования, самостоятельности и адаптивности студентов. Офлайн-формат превосходит в развитии коммуникативных навыков и скорости формирования практических умений. [2, с. 49]

В процессе исследования было установлено, что успешность трудоустройства выпускников обоих форматов находится на сопоставимом уровне, что подтверждает эффективность онлайн-обучения как альтернативы традиционному образованию.

Для максимизации эффективности онлайн-обучения, автором рекомендуется внедрение гибридных моделей, сочетающих преимущества обоих форматов. [6, с. 85]

References

1. Затонский, А. В. Современные методы сбора и анализа требований работодателей для подготовки ит-специалистов / А. В. Затонский, П. А. Шаклеина, Р. В. Красовский // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2025. – Т. 25, № 1. – С. 69-82.
2. Касьянова, Е. В. Методика обучения информационным технологиям будущих ИТ-специалистов, формирующая гибкие навыки / Е. В. Касьянова, К. В. Сафонов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 45-55.
3. Магомедалиева, М. Р. Эффективность онлайн-обучения: анализ современных образовательных платформ и их воздействие на мотивацию обучающихся / М. Р. Магомедалиева, М. М. Матыгов // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 114-1. – С. 79-81.
4. Минцаев, М. Ш. Использование модели перекрестного обучения при подготовке ит-специалистов для кадрового обеспечения технологических отраслей / М. Ш. Минцаев, Н. А. Моисеенко, И. Р. Усамов // Вестник ГГНТУ. Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2023. – Т. 19, № 2(32). – С. 68-82.
5. Нуретдинов, Р. И. Применение проектного метода обучения в подготовке ИТ-специалистов среднего звена / Р. И. Нуретдинов // Информация и образование: границы коммуникаций. – 2023. – № 15(23). – С. 65-66.
6. Сабиров, Д. Сервисы онлайн-образования для ИТ-специалистов в Рунете / Д. Сабиров // Системный администратор. – 2020. – № 7-8(212-213). – С. 84-87.
7. Юй, Я. Применение интеграционного подхода для анализа ценностей ит-специалистов в Китае и России / Я. Юй, Т. Лю // Информация–Коммуникация–Общество. – 2025. – Т. 1. – С. 513-515.

UDC 69

Tsepunov K.Yu. Modeling of the Peaucellier – Lipkin linkage

Моделирование шарнирной передачи Липкина – Посселе

Tsepunov Kirill Yuryevich,

Student, Private School “The Mars Field Education Centre”
Orenburg

Scientific adviser: **Polyanskaya E.E.,**

Ph.D., Associate Professor,
Physics Teacher, Private School “The Mars Field Education Centre”
Цепунов Кирилл Юрьевич,
учащийся ЧОУ «Центр образования на Марсовом поле»,
г. Оренбург
Научный руководитель
Полянская Е. Е., канд. пед. наук, доцент,
учитель физики ЧОУ «Центр образования на Марсовом поле»

Abstract. The ability of the Lipkin-Peaucillier linkage to convert rotational motion into linear motion makes it an important element in the design and implementation of many modern devices. Performing a mathematical justification for the conversion of rotational motion to translational motion for a linkage and creating a model of the linkage in GeoGebra programme will help to visualize its operation. The analysis of functional dependencies allows for the optimization of the linkage operation.

Keywords: linkage, conversion of rotational motion to translational motion, the Peaucellier-Lipkin linkage, mathematical modeling, 3D-modeling.

Аннотация. Способность механизма Липкина–Посселе преобразовывать вращательное движение в линейное делает его важным элементом в проектировании и реализации множества современных устройств. Выполнение математического обоснования преобразования вращательного движения в поступательное для шарнира и создание модели шарнирной передачи в программе GeoGebra поможет визуализировать его работу. Анализ функциональных зависимостей позволяет оптимизировать работу механизма.

Ключевые слова: шарнирная передача, преобразование вращательного движения в прямолинейное, шарнир Липкина–Посселе, математическое моделирование, 3D-моделирование.

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В современном мире механические системы играют важную роль во многих аспектах нашей жизни, начиная от простых бытовых устройств до сложных промышленных механизмов. Одним из ключевых элементов, обеспечивающих передачу движений в механизмах, являются шарнирные передачи. Они позволяют преобразовывать один вид движения в другой, обеспечивая при этом гибкость и функциональность устройств. В данном контексте изучение шарнирной передачи Липкина – Посселе остается актуальным по нескольким причинам:

- преобразовывает вращательное движение в идеально прямолинейное;

- механизм компактен по сравнению с другими способами получения линейного движения;

- относительная простота конструкции, и как следствие, надежность и низкая стоимость.

В этой связи тему проекта «Моделирование шарнирной передачи Липкина – Посселе» считаем актуальной

Цель проекта – создание модели шарнирной передачи Липкина – Посселе в приложении GeoGebra; изучение функциональных зависимостей для неё.

Объектом исследования являются шарнирные передачи, которые служат основой для преобразования движений в механизмах. **Предметом исследования** является механизм инверсии в шарнире Липкина – Посселе.

Для реализации поставленной цели намечены следующие **задачи**:

1. Изучить различные виды шарнирных передач для выявления их особенностей и применения в различных механизмах.

2. Математически обосновать преобразования вращательного движения в поступательное для шарнирной передачи Липкина – Посселе.

3. Создать модель шарнира в программе GeoGebra для визуализации принципов его работы.

4. Получить функции зависимости, характеризующие работу шарнира Липкина – Посселе, проанализировать их с целью дальнейшей оптимизации механизма.

В ходе решения поставленных задач были использованы следующие **методы исследования**: анализ специальной литературы по проблемам исследования, математическое и компьютерное моделирование.

Практическая значимость результатов работы заключается в создании методических материалов для уроков физики в 10 классах при изучении темы «Вращательное движение», лабораторных работ физического практикума, а также практической модели малярного валика для покраски стен ровными линиями без разводов на основе механизма шарнира Липкина – Посселе. Такие разработки будут полезны как для учащихся, так и для преподавателей, способствуя лучшему пониманию механических систем и их работы.

Таким образом, данное исследование является значимым шагом к внедрению современных подходов к обучению механике и конструктивному проектированию, а также к развитию практических навыков у школьников.

Одной из важнейших задач машиностроения является передача движения. В любой движущейся машине необходимо передавать движение от одной движущейся части к другой.

Шарниры представляют собой механические устройства, позволяющие обеспечить относительное движение между соединенными элементами, часто вокруг фиксированной оси. Существует множество видов шарниров, каждый из которых используется в зависимости от требований конкретного механизма. Анализ литературы позволил нам классифицировать шарниры [1, 2, 5]. Для удобства восприятия информации мы представляем ее в виде таблицы.

Виды шарнирных передач и их особенности

Название шарнира	Функции	Применение	Преимущества	Недостатки
Цилиндрический шарнир	Обеспечивает вращение вокруг одной оси	В дверях, воротах и некоторых механизмах, где необходимо угловое движение, в машиностроении.	Простота изготовления, не требует больших материальных затрат, распространенность и популярность как подвижного соединения тканей.	Низкая износостойкость, массивность конструкции, необходимость регулировки степени затяжки резьбового соединения.
Шарнир с двумя осями (сочлененный шарнир)	Обеспечивает движение в двух направлениях (например, вверх-вниз и влево-вправо).	В механизмах, таких как руки манипуляторов или роботов.	Способность воспринимать раскачивание относительно поперечной и продольной осей, а также движение под углом, экономичность конструкции, простота изготовления	Высокий уровень шума и вибрации, проблемы с подвеской.
Шарнир с трехосевой системой	Обеспечивает движение в трех направлениях	В более сложных системах, таких как авиационная и космическая техника.	Возможность бесступенчатой фиксации вращения вокруг трёх осей, регулируемая тугоподвижность.	Необходимость свободного беззвучного расклинивания после снятия нагрузки, сложность изготовления, высокая стоимость гибких шарниров, выполненных на основе гибкого элемента из композитных материалов.
Шарнир Липкина-Посселье	Позволяет преобразовывать вращательное	В автоматизированных системах и	Способность преобразовывать вращательное	Отсутствие явно выраженного ведущего звена,

Название шарнира	Функции	Применение	Преимущества	Недостатки
	движение в поступательное.	различных механизмах, например, в 3D-принтерах и станках.	движение в совершенное прямолинейное и наоборот, возможность создавать прямолинейное движение без направляющих, хорошие механические свойства, возможность упростить геометрические задачи.	невозможность присоединить к шарниру дополнительное звено, невозможность обеспечить абсолютно точное движение.
Шарниры с пружинами	Сочетают функции шарнира и пружины, обеспечивая возвратное движение.	В механизмах, требующих автоматического возврата в исходное положение	Не требуют смазки, не подвержены износу.	Постоянное напряженно-деформированное состояние пружины, ведущее к преждевременному разрушению конструкции, низкая устойчивость к ударным нагрузкам, сложное изготовление.
Кривошипно-шатунные механизмы	Используют шарнир для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот.	В двигателях внутреннего сгорания и других механизмах.	Повышение механического КПД и эксплуатационного ресурса, снижение ударно-вибрационных воздействий, снижение массы и габаритов поршневой машины.	Невозможность использования в поршневых машинах с цилиндрами двойного действия, недостаточные нагрузочные способности, недостаточный механический КПД.
Гидравлические и пневматические шарниры	Используют жидкости или газы для обеспечения движения	В технике, где требуется высокая сила или плавность хода.	Высокая мощность, высокая точность, высокая скорость передачи температур, простота обслуживания, не взрывоопасны.	Высокие затраты на обслуживание, необходимость в высококачественной жидкости.

Название шарнира	Функции	Применение	Преимущества	Недостатки
Складные шарниры	Позволяют убирать или складывать элементы при необходимости.	В мебели, таких как столы и стулья.	Жесткая фиксация без люфтов в двух указанных положениях, четкая работа механизма.	Для расфиксации необходимо усилие,
Шарниры с зацеплением	Обеспечивают надежное соединение и возможность поворота только при выполнении определенных условий.	В механизмах безопасности и блокировках.	Большая нагрузочная способность, возможность работы при кратковременных перегрузках, не требует предварительного натяжения цепи.	Значительный шум и вибрация, быстрое изнашивание шарниров цепи, необходимость применения системы смазывания и установки в закрытых корпусах, необходимость применения натяжных устройств.
Фланцевые шарниры	Обеспечивают возможность соединения двух элементов с фланцами и могут позволять подвижность.	В трубопроводах и промышленном оборудовании.	Пригодность для широкого диапазона давлений и условных проходов, надежная герметизация соединения,	Большие размеры, трудоемкость монтажных работ, высокая стоимость.

Каждый из этих видов шарниров имеет свои особенности, преимущества и ограничения, что делает их подходящими для различных технических задач. Правильный выбор шарнира позволяет обеспечить эффективность и долговечность механизма. Заметим, что для механизма малярного валика для покраски стен лучше всего подойдёт шарнир Липкина – Посселе, так как он обладает свойством чертить прямую линию.

Обратимся к математическому обоснованию преобразования вращательного движения в поступательное для шарнирной передачи Липкина – Посселе.

Шарнирный механизм Липкина – Посселе состоит из шести основных стержней ОК, ОЛ, КС, КВ, СЛ, ВЛ (ОК = ОЛ = а, КС = КВ = СЛ = ВЛ = b, а>b) и одного вспомогательного стержня ГС, все соединения стержней шарнирные позволяют им свободно вращаться друг относительно друга (рис. 1).

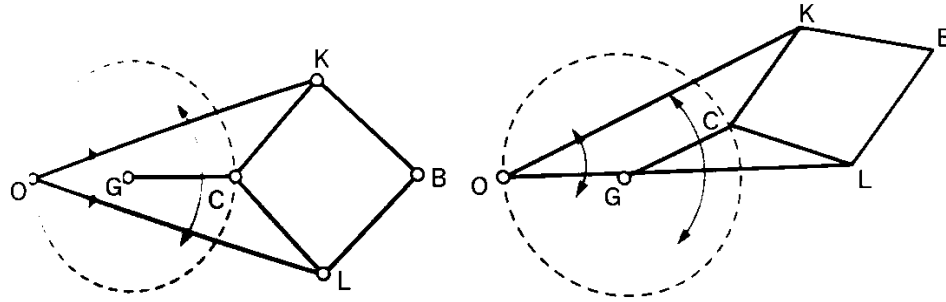


Рис. 1. Устройство шарнирного механизма Липкина – Посселье

В данном механизме осью вращения является точка О, точка С механизма движется по окружности, проходящей через точку О. А при таких поворотах механизма расстояние между точками О и G будет уменьшаться, а сам механизм будет сжиматься.

Необходимо определить траекторию, по которой будет двигаться точка В. Пусть радиус окружности, по которой движется точка С - GC - равен R. Найдём расстояние ОВ (рис. 2).

Если $AC = x$, то $OK^2 - OA^2 = CK^2 - AC^2 \Rightarrow a^2 - (2R + x)^2 = b^2 - x^2$, отсюда $x = \frac{a^2 - b^2}{4R} - R$. Поэтому $OB = 2R + 2x = \frac{a^2 - b^2}{2R}$.

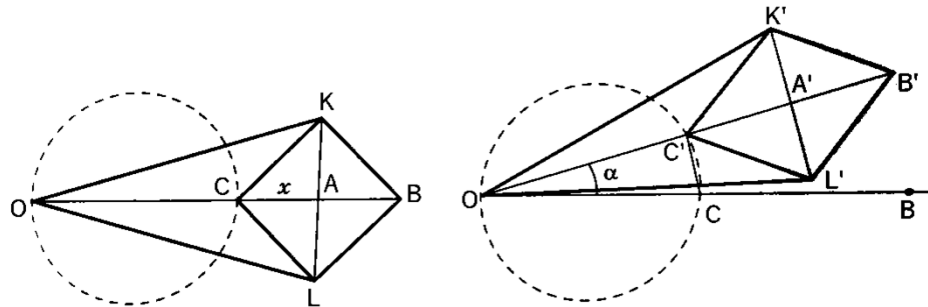


Рис. 2. Определение траектории движения В`

Когда конструкция из шарнирно соединённых стержней повернётся относительно точки О на угол α , но так что точка С переместится по окружности и займёт положение C' , то длину отрезка OB' можно будет вычислить с помощью аналогичных формул: $OB' = \frac{a^2 - b^2}{OC'}$. Но угол $OC'C$ прямой, поэтому $OC' = 2R \cos \alpha$, и, следовательно, $OB' = \frac{a^2 - b^2}{2R \cos \alpha}$. Поэтому точка B' шарнирного механизма будет проецироваться в такую точку на прямой ОВ, которая лежит на расстоянии $OB' \cos \alpha = \frac{a^2 - b^2}{2R}$ от точки О, т. е. в точку В, как это следует из сравнения уравнений $OB = 2R + 2x = \frac{a^2 - b^2}{2R}$ и $OB' \sin \alpha = \frac{a^2 - b^2}{2R}$. Таким образом, точка В шарнирного механизма будет двигаться по прямой, перпендикулярной отрезку ОВ и проходящей через точку В.

Обозначения с апострофами использовались в некоторых точках шарнира в общем($\alpha=0$) положении. Далее уйдём от обозначений с апострофами, считая точки, обозначающиеся без них подвижными. В' переобозначим как Н.

Заметим, что $OC \cdot OB = 2R \cdot \frac{a^2 - b^2}{2R}$, $OC' \cdot OB' = 2R \cos \alpha \cdot \frac{a^2 - b^2}{2R \cos \alpha} \Rightarrow$

$$OC \cdot OB = OC' \cdot OB = a^2 - b^2 \Rightarrow R_0 = \sqrt{a^2 - b^2}, \text{ где } Inv_{\omega_{R_0}}(BH) = \omega(G; GC),$$

значит траектория точки В - образ окружности, по которой движется С, поэтому этот шарнир часто называют инверсором.

Расстояние от точки вращения механизма O до траектории движения точки B обозначим за s .

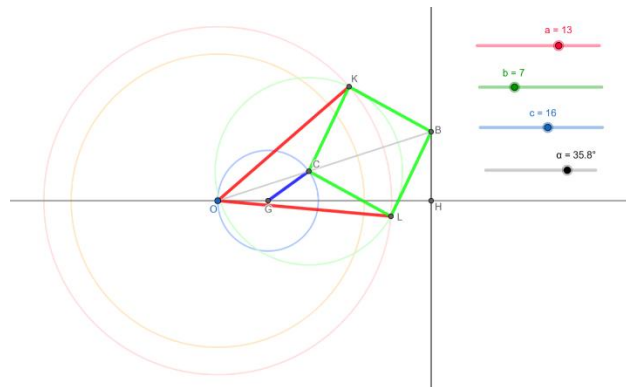


Рис. 3. Модель шарнира Липкина – Посселье в среде GeoGebra

Построение модели шарнира Липкина – Посселье для визуализации преимуществ его работы, исследование функциональной зависимости.

Мы выбрали для построения модели Липкина – Посселе приложение GeoGebra, так как оно обладает рядом преимуществ [9]:

1. Визуализация и интерактивность GeoGebra позволяет создавать динамические модели, где можно наблюдать за движением механизма в реальном времени. Это дает наглядное представление о его работе и помогает лучше понять кинематику.
2. Простота использования GeoGebra имеет дружелюбный интерфейс, который доступен даже для пользователей, не имеющих опыта работы с CAD-программами.
3. Возможность изменять параметры GeoGebra позволяет легко изменять длину звеньев, углы между ними, а также задавать начальные условия. Это позволяет проводить эксперименты и изучать влияние различных параметров на поведение механизма.
4. Возможность измерения GeoGebra позволяет измерить длину звеньев, углы, скорости и ускорения в различных точках механизма.

5. Доступность GeoGebra является бесплатным приложением с открытым исходным кодом, доступным для всех пользователей.

6. Возможность интеграции с другими приложениями: GeoGebra интегрируется с другими приложениями, например, с Google Диском, что позволяет легко делиться моделями с другими людьми.

7. Поддержка различных типов объектов GeoGebra позволяет использовать не только геометрические объекты (точки, линии, кривые), но также и алгебраические уравнения, функции и другие математические объекты, что расширяет возможности для моделирования сложных механизмов.

8. Дополнительные возможности GeoGebra предлагает возможность создавать 3D-модели, создавать сценарии для анимации, использовать скрипты для автоматизации процессов моделирования.

Использование GeoGebra для моделирования шарнирного механизма Липкина – Посселье значительно облегчает процесс понимания его работы, делает его более наглядным и интерактивным, а также открывает широкие возможности для изучения его свойств и особенностей.

В построении использовался метод математической инверсии – преобразование плоскости. Определение инверсии: пусть на плоскости задана некоторая окружность с центром в точке O и радиусом R , тогда инверсия произвольной точки P относительно этой окружности – точка P' , лежащая на луче OP , такая, что $OP \cdot OP' = R^2$.

- 1) Построим окружность инверсии с центром в точке O и радиусом $(\sqrt{a^2 - b^2})$.
- 2) Начертим прямую на расстоянии c от O (будущая траектория движения B).
- 3) Построим окружность с центром G и радиусом $GC = OG$ - образ прямой 2) относительно окружности 1).
- 4) Проведем окружность с центром O и радиусом a .
- 5) Проведем окружность с центром C и радиусом b .
- 6) Отметим K и L - точки пересечения окружностей 4) и 5).
- 7) Проведем отрезки CK , CL , KL .
- 8) Проведем биссектрису угла KOL .
- 9) Определим B как точку пересечения 2) и 8).
- 10) H - точка пересечения OG и BH (рис. 3).

Для наглядности работы механизма при разных данных нами были добавлены ползунки, изменяющие значения a , b , c и α .

Не все взаиморасположения шарниров в механизме, воссозданном в приложении, может повторить реальный шарнир. Необходимо выявить функциональную зависимость различных величин друг от друга.

Найдём значения допустимого угла при данных a , b , c : $\frac{c}{\cos \frac{\alpha}{2}} \leq a + b \Rightarrow |\alpha| \leq 2 * \arccos(\frac{c}{a+b})$. Причём $c > \sqrt{a^2 - b^2}$. Амплитуда движения точки В равна

$$L = 2 * c * \operatorname{tg}\left(\arccos\left(\frac{c}{a+b}\right)\right) = 2 * c * \frac{\sin\left(\arccos\left(\frac{c}{a+b}\right)\right)}{\left(\frac{c}{a+b}\right)} = 2 * (a+b) * \sqrt{1 - \frac{c^2}{(a+b)^2}}.$$

Практическое применение шарнира Липкина – Посселе мы видим в построении малярного валика для покраски стен ровными линиями без разводов.

При малярных работах часто возникает проблема: краску сложно наложить одним слоем без разводов из-за того, что вести руку по прямой довольно непросто. В этом может помочь соединение шарнирного механизма с роликом. Ограничения учтены, это позволяет работать в среде для 3D-моделирования Tinkercad (рис. 4, 5).

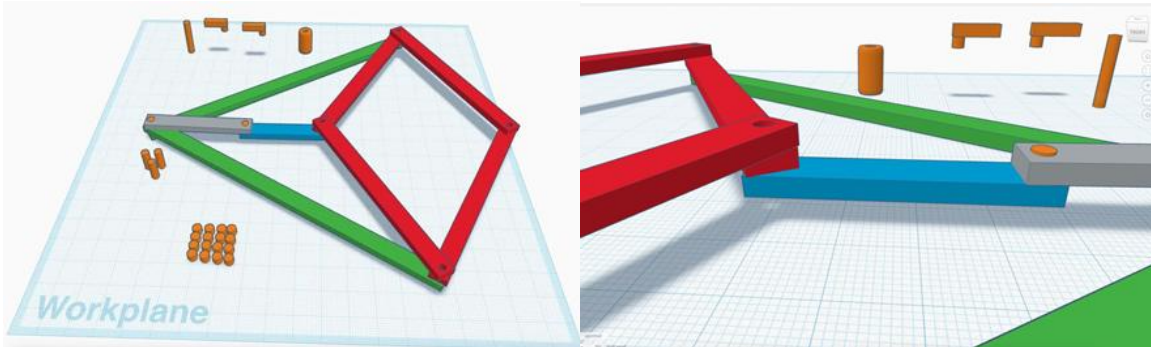


Рис. 4, 5. Процесс создания 3D-модели малярного валика

Если прикрепить бюгель к точке В и закрепить на нём ролик, то можно, удерживая точки О и Г и вращая точку С, к которой будет прикреплена рукоятка, будет очерчивать прямую линию. Размах движения валика определяется высотой окрашиваемой стены, необходимый угол вращения определяется по размаху. С помощью печати на 3D-принтере нами построена модель малярного валика, уменьшенная в 12 раз (рис. 4).



Рис. 6. Модель малярного валика

Таким образом, мы изучили различные виды шарнирных передач, выявив их преимущества и недостатки в различных механизмах.

Нам удалось выполнить математическое обоснование преобразования вращательного движения в поступательное для шарнира Липкина – Посселье и создать модель шарнирной передачи в программе GeoGebra для визуализации его работы. Нами были получены и проанализированы функциональные зависимости. Для доказательства работоспособности построенной математической модели нами была сконструирована малярный валик в среде для 3D-моделирования Tinkercad. Уменьшенная распечатанная модель валика оказалась вполне функциональной.

Шарнир Липкина – Посселье – это универсальный и эффективный механизм, который находит применение в самых различных областях инженерии и технологий. Его способность преобразовывать вращательное движение в линейное делает его важным элементом в проектировании и реализации множества современных устройств. Изучение этого механизма поможет глубже понять принципы работы сложных систем и откроет новые горизонты в дальнейшем их развитии.

References

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебник для втузов.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука., 1988. – 640 с.
2. Бурлака В.В., Кучеренко С.И., Мазоренко Д.И., Тищенко Л.Н. Основы теории механизмов и машин. Курс лекций. Учебник. – Харьков, 2008. – 349 с.
3. Гафиятов М.В. Исследование точности механизма Посселье-Липкина/ М.В. Гафиятов, Л.Т. Дворников// Успехи современного естествознания. – 2014. - № 8.
4. Зоммерфельд А. Механика, - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 368 с.
5. Ковалев М.Д. Геометрическая теория шарнирных устройств. – Известия РАН, серия математическая, Том 58, №1. – 1994.
6. Ольчак А.С., Муравьев С.Е. Прикладная механика, М.: Просвещение, 2019.
7. Попов В.И. Сборник олимпиадных задач по теоретической механике, - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2006.
8. Рузинов Л.Д. Проектирование механизмов точными методами. – СПб: Издательство «Машиностроение», 1972. – 162 с.
9. <https://ru.wikipedia.org>

CONCLUSION

In conclusion of this issue of the International Journal of Professional Science, we summarize the topics discussed, which reflect the dynamics and diversity of modern approaches to solving current problems in architecture, ecology, medicine and technology. The proposed research and developments demonstrate the potential for integrating science and practice, which makes it possible to find innovative solutions to the challenges that our society faces.

Each article in this issue contributes to the expansion of knowledge and understanding of the complex relationships between different fields. We hope that the publications will inspire readers to further research and the implementation of new ideas in practice. We thank the authors for their valuable contributions and readers for their interest in our journal. We look forward to seeing you in the next issues, where we will continue to discuss the latest trends and achievements in professional science.

Warm regards,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

Electronic scientific editions

International journal of Professional Science

international scientific journal
№6(2)/2025

Please address for questions and comments for publication as well as suggestions
for cooperation to e-mail address mail@scipro.ru



Format 60x84/16. Conventional printed
sheets 4,4
Circulation 100 copies
Scientific public organization
“Professional science”