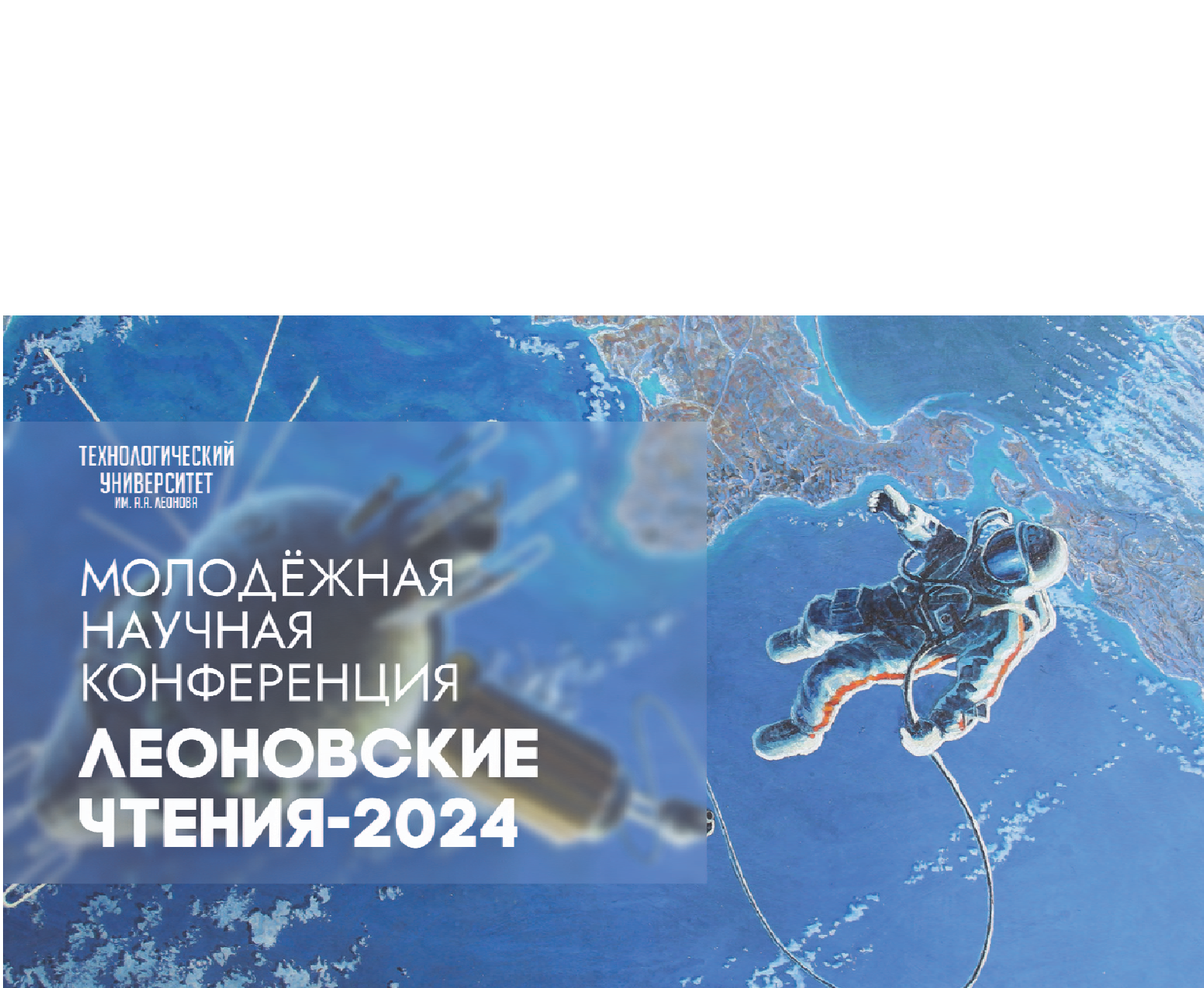




ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.А. ЛЕОНОВА

МОЛОДЁЖНАЯ
НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
**ЛЕОНОВСКИЕ
ЧТЕНИЯ-2024**

МАТЕРИАЛЫ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(23-24 МАЯ 2024 ГОДА)

г.о. Королев, 2024



УДК 62:338
ББК 3:65.290-2
Л47

- Л47** **Леоновские чтения - 2024:** [Электронный ресурс]:
Материалы молодежной научной конференции (23-24 мая 2024 года) / Текст. дан. и граф. – М.: Изд. «Научный консультант», 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Объем издания: 37,1 Мб.; Тираж 500 экз. – Систем. требования: IBMPC с процессором Intel(R) Pentium (R) CPU G3220 @; частота 3.00 GHz; 4Гб RAM; CD-ROM дисковод; Windows 7 Ultimate; мышь; клавиатура, Adobe Acrobat XI Pro, Adobe Reader

В сборнике представлены статьи, подготовленные по материалам Молодежной научной конференции «Леоновские чтения-2024», посвященной 90-летию со дня рождения дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова, которая проходила в Технологическом университете им. А.А. Леонова.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов, молодых ученых и научно-педагогических работников с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

** Все материалы даны в авторской редакции*

ISBN 978-5-907692-98-5

© «ТУ им. А.А. Леонова», 2024
© Коллектив авторов, 2024
© Оформление. Издательство «Научный консультант», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Асташев Р.В. СТРУКТУРА И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНАХ ПУБЛИЧНОЙ ВЛАСТИ СУДОВ ОБЩЕЙ ЮРИСДИКЦИИ: АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНКЕТНОГО ОПРОСА.....	4
Береснев С.А. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ.....	11
Григорьева М.Р. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ГРАВИМЕТРОВ УПГ-МГ МЕТОДОМ НАКЛОНА.....	17
Гущина Д.А. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ АЭРОДРОМА ОТ АТАК БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	22
Исаков А.В. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СОЛЕНОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ.....	28
Кириков А.М. МОЛОДЕЖЬ И ИНТЕРНЕТ: КУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА.....	34
Колягин А.С. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПЕРАТИВНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА.....	38
Перепелица К.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИМЕНЯЕМЫЕ К МЕТРИКАМ ОБСЛУЖИВАНИЯ ИЛИ ПРОЦЕССУ РАЗРАБОТКИ.....	43
Ракович Е.В. МОДЕЛИ И ПРОЦЕДУРА ОРГАНИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ.....	48
Стариченков Д.И. ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	55
Тихонов В.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОЧНОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ РКТ НА УНИВЕРСАЛЬНОМ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОМ СТЕНДЕ.....	62
Толкачева А.В. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИНЦИПАХ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	68
Цай А.С. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА.....	75
Яговкина А.Н. ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТОЙКОСТЬ УГЛЕРОД-КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.....	81

СТРУКТУРА И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНАХ ПУБЛИЧНОЙ ВЛАСТИ СУДОВ ОБЩЕЙ ЮРИСДИКЦИИ: АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНКЕТНОГО ОПРОСА

Асташев Роберт Владимирович, аспирант 3-го года обучения кафедры гуманитарных и социальных дисциплин

Научный руководитель: **Кирилина Татьяна Юрьевна**, доктор социологических наук, профессор, заведующий кафедры гуманитарных и социальных дисциплин.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королёв, Московская область

Проведенное нами эмпирическое исследование анализирует удовлетворённость карьерой и доступ к образовательным ресурсам среди сотрудников суда. Выявлены оптимизм в карьерном росте и необходимость усиления поддержки. Результаты подчеркивают важность развития профессиональных программ.

Организационная структура, механизмы управления, легитимация власти, делегирование полномочий, корпоративная культура, управленческое решение, контроль качества управления, формализация, институциональная среда, инновационное управление.

STRUCTURE AND MANAGEMENT MECHANISMS IN PUBLIC AUTHORITY BODIES OF COURTS OF GENERAL JURISDICTION: ANALYSIS BASED ON SURVEY DATA

Astashev Robert Vladimirovich, 3th year postgraduate student of the department of humanitarian and social disciplines

Scientific adviser: **Kirilina Tatyana Yurievna**, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Head of the Department of Humanities and Sociological Disciplines
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Technological University named after twice Hero of the Soviet Union,
pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

Our empirical study analyzes career satisfaction and access to educational resources among court staff. It identifies optimism in career growth and the need for enhanced support. The results highlight the importance of developing professional programs.

Organizational structure, management mechanisms, legitimization of authority, delegation of powers, corporate culture, managerial decision, quality control of management, formalization, institutional environment, innovative management.

Управленческая деятельность в структурах публичной власти в Российской Федерации характеризуется особенностями, обусловленными историческими, политическими, экономическими и культурными контекстами. Эффективность судов общей юрисдикции неотделима от анализа специфики управленческой практики, включая определение функциональных ролей внутри судебной структуры и исследование управленческих взаимосвязей.

Научное исследование, представленное в данной статье, базируется на данных, полученных в ходе социологического опроса среди работников Ростовского областного

суда. Это позволило проанализировать внутреннее устройство управленческих процессов и оценить влияние организационной культуры на эффективность судебной работы.

Целью нашего исследования является идентификация ключевых факторов, влияющих на управленческие решения и практики в судебной системе, а также установление связи между социологическими параметрами управления и качеством работы суда. Исследование также предполагает разработку рекомендаций для оптимизации управленческих структур на основе социологического анализа.

Управление в социальных системах предназначено для регуляции активностей групп и сообществ, каждое из которых обладает собственными интересами.

Важно признать, что деятельность в рамках управления является осознанной, целенаправленной и волевой. При этом объекты управления, будь то индивиды, коллективы или сообщества, обладают в значительной степени автономией, разнообразием потребностей и индивидуальными стремлениями к достижению значимых для них целей, оставаясь не просто исполнителями воли управленцев.

Для всестороннего осмысления и идентификации ключевых элементов в управленческой структуре судов общей юрисдикции необходимо осуществить и теоретическое, и практическое исследование данных вопросов. Организационная структура управления данными судебными органами формируется через взаимодействие и подчинение персонала, наделенного специфическими правами и обязанностями для выполнения управленческих функций. Как считает Братановский С.Н., «функции и структура управления представляют собой две тесно связанные и взаимозависимые части системы управления, где одна часть отражает суть, а другая - организационную форму процесса».¹

Безусловно, идентификация необходимых функций в организации и гарантирование адекватного функционирования системы судов общей юрисдикции влияют на конфигурацию структуры управления. Основным условием для создания эффективной управленческой структуры служит соответствие между управленческими функциями и элементами структуры. В соответствии с современными научными работами в домене управленческой теории, проведенными исследователями М. Месконом, М. Альбертом и Ф. Хедоури, функции планирования, организации, мотивации и контроля являются универсальными для всех видов организаций.²

При этом прочие компоненты системы управления, такие как методы, персонал, технические средства, информация и другие, выступают в качестве инструментов для осуществления конкретных функций.

Основополагающие аспекты организационной структуры системы управления судами общей юрисдикции отражены в Федеральном конституционном законе от 31 декабря 1996 г. N 1-ФКЗ "О судебной системе Российской Федерации". В частности, ст. 3 закрепляет единство судебной системы, которая выражается в правовом закреплении единства статуса судей, финансировании федеральных судов и мировых судей из федерального бюджета, соблюдении всеми федеральными судами и мировыми судьями установленных федеральными законами правил судопроизводства.³ Ст.3 указанного закона устанавливает основополагающие принципы построения судебной системы и, следовательно, ее внутреннюю структуру управления. Предполагается, что этот

¹ Братановский С.Н. Административное право: Учебник. /Братановский С.Н. - М. Директ-Медиа, 2013. С. 26.

² Мескон М.Х. Основы менеджмента: [пер. с английского] / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. - 3-е изд. – СПб.: Диалектика, 2019. – 665 с.

³ Федеральный конституционный закон от 31.12.1996 N 1-ФКЗ (ред. от 16.04.2022) "О судебной системе Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2023) "[Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_

нормативный акт должен быть единственным источником регулирования организации работы и построения органов отправления правосудия.

Работа суда выходит за рамки только лишь правосудия и включает в себя множество внутриорганизационных отношений, которые требуют управленческих навыков. Проведенное нами эмпирическое исследование в суде общей юрисдикции показало, что социально-политические и экономические условия в современной России порождают проблемы в управлении структурами публичной власти, что затрудняет поиск эффективных управленческих методов.

В исследовании приняли участие 222 сотрудника судебной инстанции, занимающие разные должности, которым были предложены вопросы 5 блоков, включившие вопросы, затрагивающие разные аспекты профессиональной деятельности.

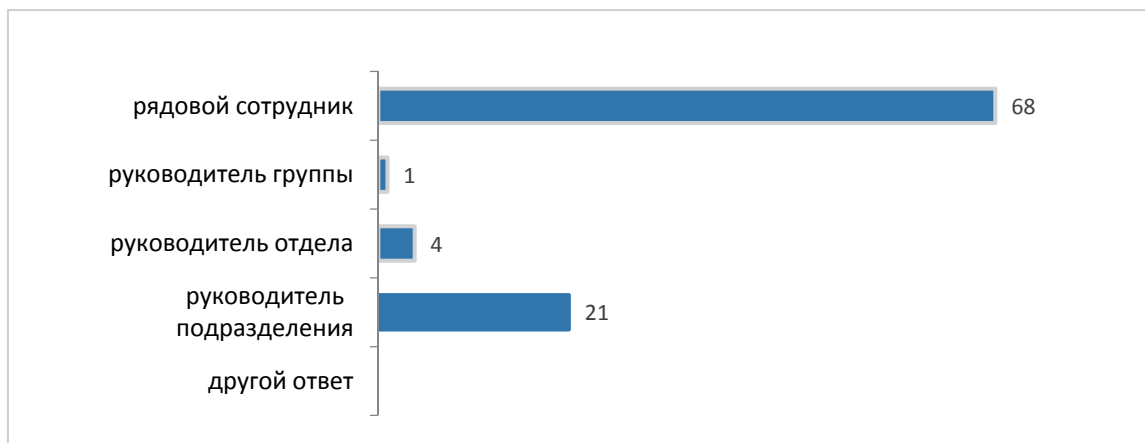


Рисунок 1 – Распределение ответов респондентов на вопрос: какую должность Вы занимаете в организации в настоящее время?

Анализ распределения должностей в организации позволяет сделать несколько важных выводов:

- Большинство сотрудников – исполнители, что подчеркивает их занятость в выполнении специализированных задач.
- Сравнительно малая доля руководителей среднего звена может сигнализировать о ограниченных возможностях для карьерного роста.
- Значительная пропорция высших управленческих должностей и разнообразие ролей указывают на сложную организационную структуру и наличие уникальных специалистов, таких как аналитики и консультанты.
- Малый процент среднего управленческого звена может привести к централизации принятий решений на высшем уровне, что потенциально замедляет процессы.
- Необходимо разрабатывать программы для подготовки кадров с целью обеспечения продвижения персонала в управленческие позиции.

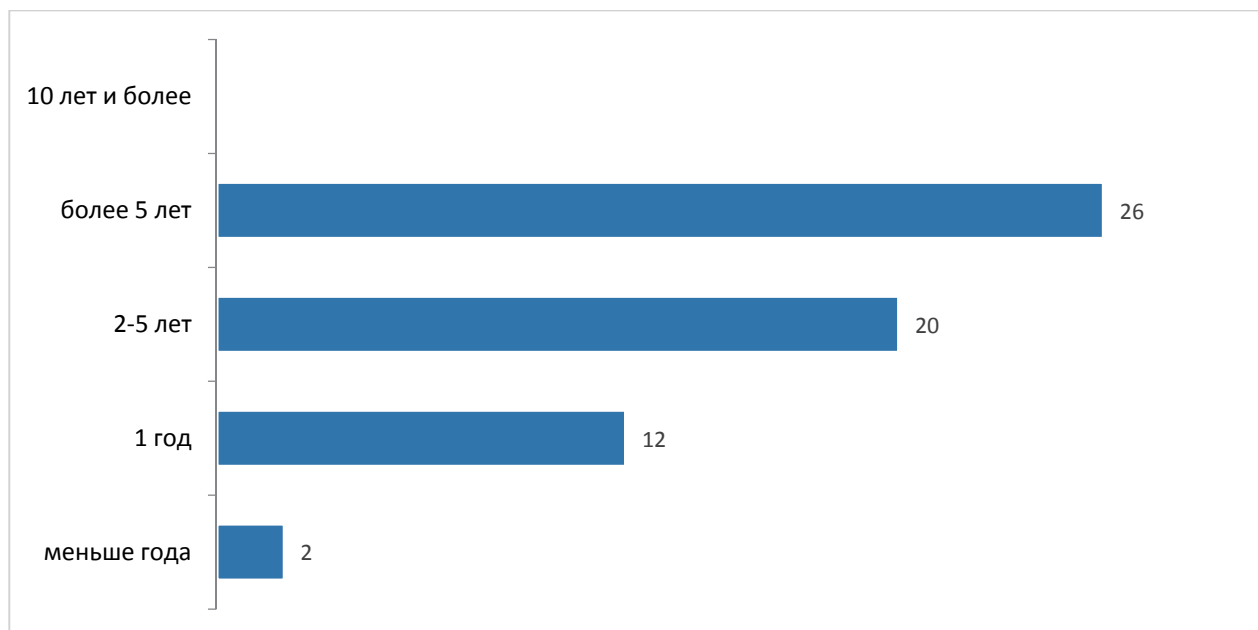


Рисунок 2 – Распределение ответов респондентов на вопрос: стаж работы в организации

Анализ стажа работы сотрудников в организации выявляет следующие аспекты:

- В организации наблюдается высокая лояльность персонала, проявляющаяся в большом количестве сотрудников со стажем свыше пяти лет, что указывает на удовлетворённость работой и эффективность программ по удержанию.
- Значительное количество опытных сотрудников способствует передаче знаний младшим коллегам.
- Низкий приток новых сотрудников может предвещать демографические проблемы в будущем из-за выхода на пенсию значительной части персонала.
- Необходимо предложить сотрудникам со средним стажем (2-5 лет) карьерные и образовательные возможности для поддержания их мотивации.
- Сочетание опытных и новых сотрудников может стимулировать инновации за счёт смешения новых подходов с глубоким пониманием бизнеса.
- Для минимизации последствий ухода долгосрочных сотрудников целесообразно разрабатывать стратегии преемственности для ключевых ролей.

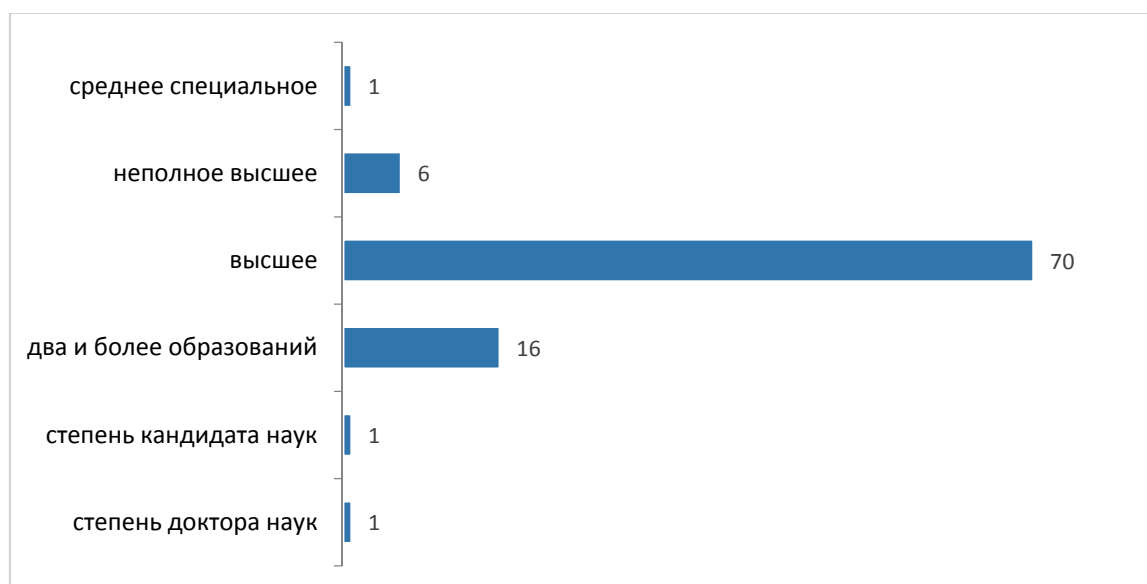


Рисунок 3 – Уровень образования респондентов

Из статистики образовательного уровня сотрудников суда следует:

- Высокий образовательный уровень сотрудников подчеркивает требование квалификации для работы в организации.
- Значительная доля персонала с двумя и более высшими образованиями отражает стремление к профессиональному росту, что положительно сказывается на эффективности организации.
- Присутствие сотрудников с научными степенями указывает на возможность вклада в развитие судебной системы через научную деятельность.
- Сотрудники со средним специальным и неполным высшим образованием могут стать целевой группой для корпоративных образовательных программ.

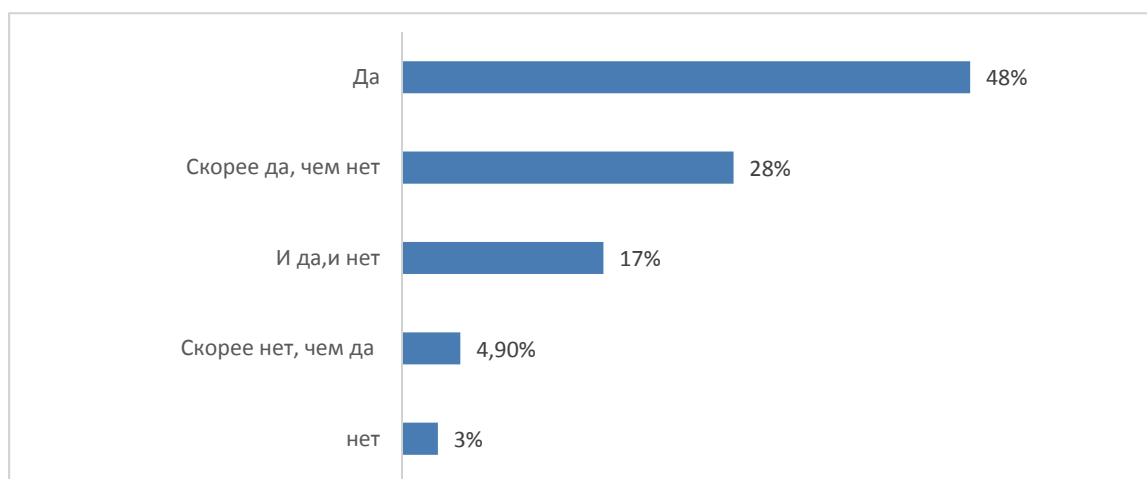


Рисунок 4 – Распределение ответов респондентов на вопрос: удовлетворены ли Вы в целом своей работой?

Три четверти опрошенных (76%) выразили удовлетворение своей работой, что свидетельствует о положительном отношении большинства участников к своей профессиональной деятельности. В то же время, каждый шестой респондент (17%) испытывает неоднозначные чувства, что может свидетельствовать о наличии факторов, влияющих как положительно, так и негативно на удовлетворенность работой. Негативное отношение к работе выразили 7,9% участников (Рис. 4).

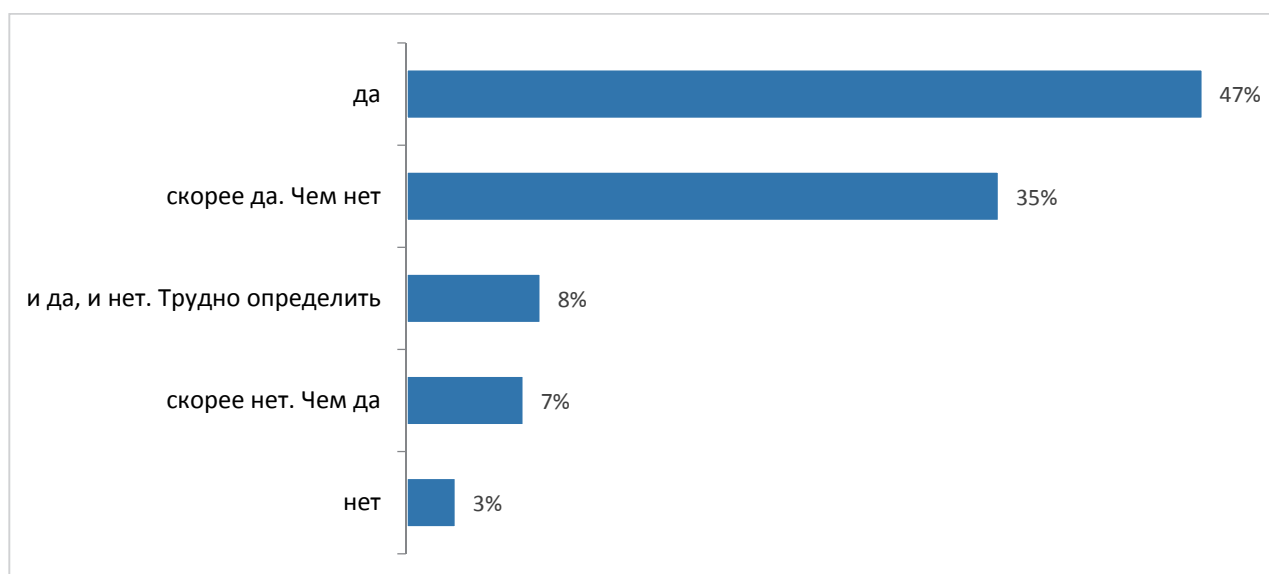


Рисунок 5 – Распределение ответов респондентов на вопрос: считаете ли Вы свою трудовую деятельность успешной

Эти данные могут указывать на потенциал для улучшения рабочих условий. Для более точного анализа, необходимо учитывать различные аспекты, такие как общий состав опрошенных, их профессиональный контекст, социально-экономические, политические и культурные условия, а также факторы, напрямую связанные с удовлетворенностью, включая заработную плату и возможности для карьерного роста.

В целом, эти данные помогли сформировать общее представление о восприятии работниками суда своего профессионального прогресса и успеха, что может быть полезно для выработки политики управления персоналом, направленной на улучшение рабочего окружения и мотивации сотрудников (рис. 5).

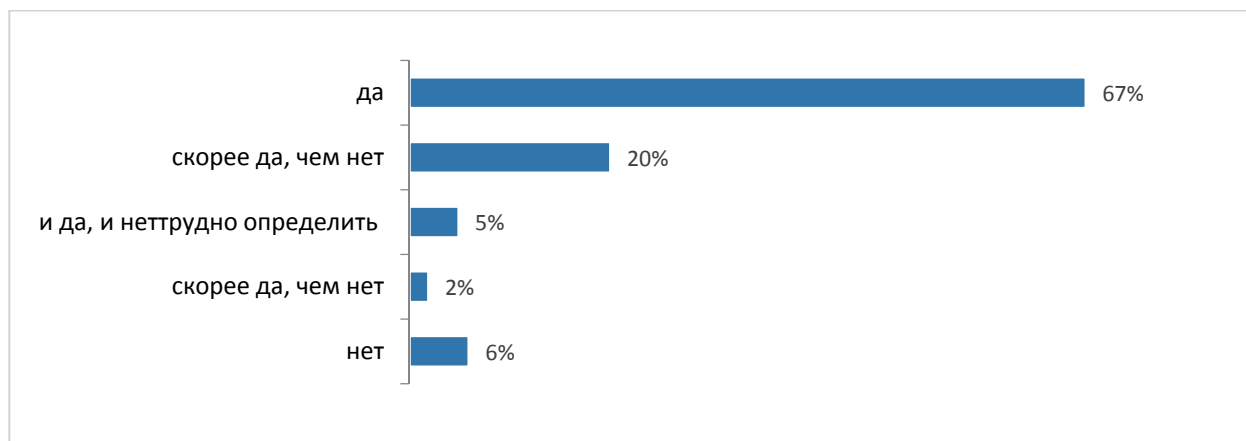


Рисунок 6 – Распределение ответов респондентов на вопрос: видите ли Вы для себя перспективы повысить квалификацию, стать более квалифицированным специалистом по должности?

Подавляющее большинство опрошенных (87%) (сумма ответов «Да» и «Скорее да, чем нет» на вопрос: Видите ли, Вы для себя перспективы повысить квалификацию, стать более квалифицированным специалистом по должности?) видят для себя перспективы повысить квалификацию. В целом, данные отражают явную тенденцию к положительному восприятию работниками суда возможностей своего квалификационного роста. Для организаций и учреждений, в которых они работают, это может служить импульсом для развития и укрепления программ по повышению квалификации, а также для более эффективного планирования управления персоналом и карьерного роста служащих (рис.6).

Исходя из результатов опросов работников суда по темам трудовой деятельности и повышения квалификации, можно выделить следующие ключевые моменты:

1. Большинство опрошенных видят перспективы для повышения своей квалификации, что указывает на их удовлетворенность карьерой и оптимизм в оценке будущих возможностей.

2. Высокий интерес к повышению квалификации может свидетельствовать о доступности обучающих программ, что поддерживается как государственными организациями, так и внешним финансированием.

3. Существование сотрудников, сомневающих в своих карьерных перспективах, подчеркивает необходимость усиленной организационной поддержки в карьерном развитии и индивидуализированного подхода к мотивации.

4. Инвестиции в развитие персонала и управление карьерой стимулируют сотрудников и повышают эффективность судебной системы.

Анализ таких данных способствует созданию целенаправленных обучающих программ, улучшая эффективность и удовлетворенность в судебной системе.

Литература

1. Афонин И.Д., Бузмакова Т. И., Кирилина Т. Ю., Мумладзе Р. Г., Смирнов В. А. Социология управления.: Учебник для аспирантов / Афонин И.Д., Бузмакова Т. И., Кирилина Т. Ю., Мумладзе Р. Г., Смирнов В. А. // Под общ. ред.д.соц.н., проф. Т. Ю. Кирилиной. – М.: Издательство «Русайнс», 2016.
2. Бабосов, Е.М. Социология: Энциклопедический словарь / Е.М. Бабосов; предисловие Г.В. Осипова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
3. Багдасарян В. Э. История общественно-политической мысли России: учебное пособие. / Багдасарян В. Э. – М. ИНФРА-М, 2021.
4. Багян, Г. А. Пути решения актуальных проблем государственного управления в Российской Федерации. / Багян Г.А. // Modern Science. – 2020. – № 5-1.
5. Братановский С.Н. Административное право: Учебник. /Братановский С.Н. - М. Директ-Медиа, 2013. С. 26.
6. Мескон М.Х. Основы менеджмента: [пер. с английского] / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. - 3-е изд. – СПб.: Диалектика, 2019. – 665 с.
7. Федеральный конституционный закон от 31.12.1996 N 1-ФКЗ (ред. от 16.04.2022) "О судебной системе Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2023) "[Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ (дата обращения: 17.04. 2024).

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ

Береснев Степан Александрович, аспирант 1 года обучения кафедры управления
качеством и стандартизации

Научный руководитель: **Привалов Виктор Иванович**, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, доцент кафедры Управления качеством и стандартизации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза,
летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область

*В статье рассматривается вопрос об актуальности применения
математического моделирования при планировании производств. Разобран ряд
существующих методик и моделей применяемых в настоящее время при решении
производственных задач и планировании новых производств.*

Математическое моделирование, процесс, анализ, планирование, линейное
программирование.

REVIEW OF MODERN METHODS OF APPLICATION MATHEMATICAL MODELING IN PRODUCTION ORGANIZATION

Beresnev Stepan Alexandrovich, postgraduate student of 1 year of study of Quality
Management and Standardization Department

Supervisor: **Privalov Victor Ivanovich**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Associate Professor of the Department of Quality Management and Standardization
Federal State Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A.
Leonov", Korolev, Russia.

*The article deals with the relevance of mathematical modeling in production planning. A
number of existing methods and models currently used in solving production problems and
planning new productions are analyzed.*

Mathematical modeling, process, analysis, planning, linear programming.

При разработке новых изделий в интересах ракетно-космической промышленности
необходимо пройти длинный и дорогостоящий путь до первого изделия. Как правило для
создания новых ответственных комплектующих изделий для ракетносителей, разгонных
блоков или различных орбитальных систем необходимо произвести весь цикл работ таких
как научно-исследовательская работа (Далее-НИР), опытно-конструкторская работа
(Далее-ОКР), в случае успешного завершения данных этапов работ происходит переход к
мелкосерийному производству изделий.

От момента начала разработок до получения первых изделий проходит около 5 лет.
За этот период тратится множество человеческих, машинных и финансовых ресурсов. В
рамках работ по НИР и ОКР, были созданы новые рабочие места в том числе
высокопроизводительные, закуплено новое оборудование, для которого также требуются
операторы и специалисты по обслуживанию установок, а также выделены свободные
площади для их размещения.

Эффективного внедрение нового технологического оборудования, производственных участков, которые создавались для выполнения работ в рамках НИОКР, в работу научно-производственных предприятий требуется тщательно подходить к вопросам планирования производства.

Планирование на производственном предприятии – это процесс, требующий прогнозирования и разработки показателей, необходимых для реализации целей. В производстве существует огромное количество элементов, каждый из которых взаимодействует друг с другом и участвует в различных процессах одновременно, что делает систему сложной.

В теории и практике планирования разработаны разнообразные методы, которые можно классифицировать на основании различных критериев: по источникам используемой информации, по степени ее обработки, по механизму построения плана или прогноза и прочее.^[1]

Методы планирования играют важную роль в деятельности, они помогают упорядочить процессы и достичь поставленных целей. Рассмотрим основную классификацию методов планирования:

1. Нормативный метод широко используется для обоснования потребностей в разнообразных ресурсах часто применяется нормативный метод, который базируется на использовании разнообразных норм и нормативов для обоснования плановых и прогнозных расчетов.

2. Балансовый метод - один из наиболее распространенных в экономике, реализующий принцип сбалансированности и пропорциональности.

3. Программно-целевой метод - предполагает четкую постановку цели и разработку комплекса мероприятий для ее достижения в заданные сроки.

4. Сетевой метод планирования предполагает проведение последовательных и параллельных работ, определение сроков выполнения и выявление наименьшего критического пути.

5. Экономико-математическая модель – формализованное описание исследуемого экономического процесса или объекта в виде математических зависимостей и отношений, т.е. формул.

По степени формализации методы прогнозирования делятся на две группы:

5.1. Интуитивные – основаны на интуиции и логическом мышлении.

5.2. Формализованные – основаны на использовании математической теории и логики, математических методах. Для прогнозирования будущих событий в экономике применяются методы, основанные на анализе динамических показателей и их математическом моделировании. Экономические показатели изучаются и описываются с использованием различных математических зависимостей. Используемые в процессе прогнозирования модели представляют собой экономико-математические модели различных типов, которые помогают в планировании будущих действий. К формализованным методам относятся методы экстраполяции и моделирования.

5.2.1. Экстраполяция – наиболее распространенные и математически проработанные методы.

5.2.2. Моделирование – предполагает конструирование модели на основе предварительного изучения объекта и выделения его основных характеристик или признаков. Толчком к развитию формализованных методов послужило возникновение и применение ЭВМ. Моделирование основано на методах прикладной математики и математической статистики.^[2]

Математическая модель – это «система математических уравнений, неравенств, формул и различных математических выражений, описывающих реальный объект, составляющие его характеристики и взаимосвязи между ними».^[3]

Математическая модель – это «приближенное описание какого-либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики».^[4]

Математическим моделированием называется «процесс построения и изучения математических моделей. Основная цель моделирования – исследовать эти объекты и предсказать результаты будущих наблюдений».^[4]

Математическая модель – это «абстрактное описание процессов, связанных с извлечением и переработкой нефти, с использованием математических уравнений и формул».^[5]

Изучение экономической среды через математическое моделирование представляет собой процесс, который позволяет предсказать воздействие внешних факторов на объект исследования до того, как оно произойдет. Математическое моделирование в экономике – это репрезентация ситуации с помощью математических уравнений и графиков, что позволяет лучше понять аспекты воздействия окружающей среды на изучаемый объект.

Основными целями построения экономико-математических моделей являются:

- изучение структуры моделируемого экономического объекта;
- выявление существенных связей между элементами, его образующими, установление причинных зависимостей;
- изучение поведения объекта в целом как замкнутой динамической системы;
- прогнозирование поведения объекта в будущем.

В 1960-х годах началось активное внедрение математического моделирования в сферу машиностроения. Объектами моделирования стали не только процессы создания технологий, включая разнообразные комбинации решений для изготовления типовых деталей, но и производственные процессы в целом. Примером может служить анализ грузопотоков деталей и готовых изделий на производстве, а также учет погрешностей размеров деталей при их обработке.^[6]

Методы, которые используются для моделирования процессов производства и других объектов, могут быть различными. Общепринято выделяют два основных класса методов: аналитическое и имитационное моделирование. Имитационные модели считаются более эффективными, так как позволяют обрабатывать более сложные модели большого масштаба, учитывая множество факторов, влияющих на функционирование объекта.^[4]

Существует множество методов математического моделирования для оптимизации различных процессов и систем.

Метод линейного программирования LP (Linear Programming) применяется в различных аспектах нефтепереработки для решения задач оптимизации, которые можно сформулировать как линейные. Метод основывается на работе с линейными функциями и линейными ограничениями. Задача оптимизации, основанная на работе с линейными функциями и линейными ограничениями, формулируется по-новому. Линейная целевая функция может быть выражена в виде линейной комбинации переменных, где коэффициенты являются коэффициентами при переменных, а сама функция определяет целевую величину, оптимальные значения переменных, учитывая условия, накладываемые линейными ограничениями. Линейная целевая функция представляется как комбинация переменных с коэффициентами, определяющими целевую величину. Ограничения на переменные выражаются в виде линейных уравнений или неравенств, которые ограничивают диапазон значений переменных.

Для использования программных пакетов и инструментов в решении задач оптимизации, необходимо учитывать доступность ресурсов, предпочтения в использовании программного обеспечения и сложность задачи.^[7]

Метод смешанного-целочисленного линейного программирования MILP (Mixed-Integer Linear Programming) - метод, который широко используется в нефтепереработке и других отраслях. При решении задач оптимизации с использованием метода MILP учитываются как линейные, так и целочисленные переменные. Существуют ограничения и недостатки у этого метода, несмотря на его многочисленные преимущества. Когда в задаче большое количество переменных и ограничений, MILP-задачи могут быть

сложными для вычисления. Для поиска оптимального решения может потребоваться много времени и вычислительных ресурсов, особенно в случаях с большими задачами.

Метод смешанного-целочисленного нелинейного программирования MINLP (Mixed-Integer Nonlinear Programming) – это математический метод оптимизации, который сочетает в себе как непрерывные (нецелочисленные), так и целочисленные переменные и позволяет решать задачи оптимизации, в которых могут присутствовать как линейные, так и нелинейные функции. Для решения сложных задач оптимизации в нефтепереработке можно применить метод MINLP, который учитывает дискретные решения и нелинейные зависимости между переменными, обеспечивая более точные результаты.^[8] Для решения задач MINLP часто применяются специализированные программные пакеты и библиотеки, такие как BARON, Bonmin и другие, которые спроектированы для эффективного решения нелинейных и целочисленных задач оптимизации.

Trust-region метод (TRM) – является одним из самых важных численных методов оптимизации в решении проблем нелинейного программирования (MLNP). Метод базируется на определении региона вокруг лучшего решения, в котором квадратичная модель аппроксимирует целевую функцию. Trust-region методы надежны и устойчивы, могут быть применены к плохо обусловленным задачам и имеют очень хорошие свойства сходимости. При работе с trust-region методами важно не забывать о сложности параметров, которые требуется выбирать, таких как увеличение или уменьшение радиуса trust region на каждом шаге и начальный размер этого радиуса. Неверный выбор этих параметров может затормозить процесс сходимости или привести к нежелательному результату в задаче оптимизации. Поэтому необходимо проводить тщательный анализ конкретной задачи и ее особенностей, чтобы определить, подходят ли trust-region методы для данной ситуации, и какие сложности и ограничения могут возникнуть в процессе обработки данных задачи.

Генетические алгоритмы (Genetic Algorithms) генетические алгоритмы вдохновлены процессами естественного отбора и эволюции. Генетические алгоритмы могут быть использованы для оптимизации производственных процессов в условиях сложных и многочисленных параметров. Их способность оптимизировать функции, не поддающиеся дифференциации, делает их ценным инструментом для решения задач с дискретными переменными. Однако, вычислительная сложность генетических алгоритмов является их недостатком, требуя значительных вычислительных ресурсов, особенно при обработке сложных задач и работе с большими популяциями. Вместе с тем, генетические алгоритмы предоставляют эффективный метод поиска оптимальных решений в сложных и обширных пространствах параметров.^[9]

Random Forest (случайный лес) – это алгоритм машинного обучения, основанный на композиции «деревьев» решений. Метод ансамбля, который он применяет, объединяет результаты множества алгоритмов для достижения более точных выводов. В Random Forest создается обширное количество решений, каждое из них обучается на случайно выбранном подмножестве обучающих данных. Для каждого узла в дереве случайно отбирается набор признаков, по которым будет производиться разделение. После этого каждое дерево формирует свой собственный вывод, и окончательный результат получается путем усреднения всех выводов.^[10] Возможность обрабатывать большое количество признаков без предварительного отбора признаков является главным преимуществом данного подхода. Уменьшение эффективности модели может быть вызвано возможным возникновением корреляции между решениями, что является недостатком.^[11]

Для современных промышленных предприятий актуальным представляется использование методов математического моделирования для оптимизации различных аспектов производственного процесса. Натуральные эксперименты в данном случае

нецелесообразны, поскольку внедрение нового оборудования или изменение маршрутов обработки деталей потребует нарушения установившегося ритма производства. Более эффективным подходом будет проведение расчетов по эффективности внесения изменений в технологический процесс с помощью математических моделей, не затрагивая текущий производственный процесс.^[4]

Применение методов математического моделирования реализуется в различных сферах, в промышленности, в производстве, в медицине и пр.

Для успешного управления в промышленности необходимо глубокое понимание конкретной сферы производства. Разнообразные отрасли промышленности сталкиваются с разными задачами, требующими специфического подхода к управлению. Ключевым фактором является компетентное представление предметной области, которая определяет успешное выполнение организационных целей.^[12]

Важным методом в изучении производственных процессов является корреляционно-регрессионный анализ, который активно применяется. Для решения задач в производстве требуется тщательный анализ регрессионного метода и большое количество дополнительных расчетов. Например, можно рассмотреть исследование влияния различных параметров на процесс литья. В начальной стадии выбирают факторы, влияющие на себестоимость, с целью уменьшения затрат. В качестве таких факторов выбраны выработка литья на одного рабочего (т), брак литья (%), стаж литейщика (лет) и система оплаты (ставка или оплата по выработке). Результирующей (зависимой) переменной является себестоимость тонны литья (р).^[13]

Нефтепереработка является важной отраслью экономики многих стран и играет значительную роль в снабжении энергией и топливом различных секторов промышленности. Снижение негативного воздействия на окружающую среду является одним из основных преимуществ математического моделирования в нефтяной промышленности. Оптимизация процессов добычи, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов способствует увеличению производительности и снижению издержек. Математические модели, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении, позволяют автоматизировать и контролировать производственные процессы, что повышает безопасность и надежность операций. Оптимизация процессов также способствует сокращению выбросов парниковых газов и загрязнения окружающей среды.

Модель молекулярного уровня для процесса каталитического крекинга была создана для исследования влияния расширенного реактора на распределение продукта с использованием программного обеспечения MATLAB была создана реакционная сеть, состоящая из 118 272 реакций.^[14] Модель показала, что реактор может усилить реакции переноса водорода и изомеризации с молекулярного уровня, чтобы снизить содержание олефинов и увеличить содержание парафинов в бензине. Модель может быть использована для описания распределения продуктов на молекулярном уровне от входа в реактор до выхода.

Внедрение методов математического моделирования в сфере нефтепереработки способствует повышению эффективности процессов, уменьшению расходов, улучшению качества продукции и сокращению воздействия на окружающую среду. Это делает его ключевым инструментом для прогресса в данной отрасли. Развитие и применение математического моделирования в нефтегазовой индустрии будет продолжаться, играя значительную роль в обеспечении эффективности, устойчивости и конкурентоспособности данного сектора экономики.

В заключении отметим, что математическое моделирование - это изменение некоего объекта на переменную или полноценную модель с последующим исследованием его свойств с помощью вычислений. Применение

математических моделей постоянное расширяется в новые сферы деятельности человечества.

Литература

1. Просветов Г.И. Прогнозирование и планирование: задачи и решения, 2012.- 296 с.
2. Булатова Р.Р., Ковалева А.А. Методы планирования и прогнозирования // Экономика и социум. 2015. №1-2 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-planirovaniya-i-prognozirovaniya> (дата обращения: 13.04.2024).
3. Ломкова Е. Н., Эпов А. А. Экономико-математические модели управления производством (теоретические аспекты): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2005. – 67 с.
4. Мартынов В.Г. Применение математического моделирования для оптимизации производственных процессов // ОмГТУ. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-matematicheskogo-modelirovaniya-dlya-optimizatsii-proizvodstvennyh-protsessov> (дата обращения: 13.04.2024).
5. Математическое моделирование. Учебно-методическое пособие / сост. Н. Н. Максимова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2019. – 88 с.
6. Технология машиностроения: учеб. для вузов по специальности "Технология машиностроения": В 2 т. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001 – 478 с.
7. Иваницкий А.В., Гребенник О.Г. Математические модели задач линейного программирования // Теория и практика современной науки. 2018. №1 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-modeli-zadach-lineynogo-programmirovaniya> (дата обращения: 13.04.2024).
8. Liberti (2009). Reformulations in Mathematical Programming: Definitions and Systematics. *RAIRO-OR*, — 43(1): — 55–86. C.
9. Sivanandam S.N. & Deepa S.N. (2008). Introduction to genetic algorithms. Springer Science & Business Media.
10. Probst P., Boulesteix A.L. & Bischl B. (2019). Tunability: Importance of hyperparameters of machine learning algorithms. *Journal of Machine Learning Research*, — 20(25), — 1–32.
11. Montagna S., Serpico S.B. & Rizzo R. (2019). Random Forests for Classification in Remote Sensing: A Review. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, — 7(1), — 71–84.
12. Орехова С.В., Мисюра А.В., Кислицын Е.В. Управление возрастающей отдачей высокотехнологичной бизнес-модели в промышленности: классические и экосистемные эффекты [Текст] // Управленец, 2020, Т. 11, № 4.
13. Радковская Елена Владимировна Математическое моделирование в процессах промышленного производства // Интеллектуальное управление бизнес-процессами в промышленности. 2022. – с.271-275.
14. Li, Fupei & Qian, Feng & Du, Wenli & Yang, Minglei & Long, Jian & Mahalec, Vladimir. (2021). Refinery production planning optimization under crude oil quality uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*. — 151. — 107361. — <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107361>.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ГРАВИМЕТРОВ УПГ-МГ МЕТОДОМ НАКЛОНА

Григорьева Мария Романовна, младший научный сотрудник
Научный руководитель: **Конюхов Михаил Анатольевич**, кандидат технических наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный
метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации, г. Мытищи,
Московская область

Приведены основные результаты проведенных исследований разработанной установки для поверки относительных гравиметров УПГ-МГ методом наклона и использованием рабочего эталона единицы плоского угла.

Установка для поверки гравиметров УПГ-МГ, относительный гравиметр, ускорение свободного падения, плоский угол, тахеометр электронный.

RESULTS RESEARCH OF THE INSTALLATION FOR THE VERIFICATION OF RELATIVE GRAVIMETERS UPG-MG BY THE TILT METHOD

Grigoreva Maria Romanovna, junior researcher
Scientific adviser: **Konyukhov Mikhail Anatolyevich**, Ph.D. in Engineering sciences
Federal State Budgetary Institution «Metrology Scientific Head Center» Russian Federation
Ministry of Defense, Mytishchi, Moscow region

The main results of the research conducted on the developed installation for checking relative gravimeters UPG-MG by the tilt method and using the working standard of the unit of plane angle are presented.

Installation for checking gravimeter UPG-MG, acceleration of gravity, flat angle, electronic total station.

Измерения ускорения свободного падения используются для Изучение гравитационного поля Земли, развития фундаментальных исследований, а также для решения ряда практических задач, таких как инженерная подготовка площадок гражданского и промышленного строительства, геологоразведка. В сфере обороны и безопасности эти измерения находят применение в геодезическом, топографическом и картографическом обеспечении войск [1].

В современных условиях возрастает необходимость совершенствования методов геодинамических процессов с учетом новых технологических достижений. При этом возникает потребность в строгом подходе в совместной обработке разнородных геодезических и геофизических наблюдений на земной поверхности. Важной является разработка методики работы с гравиметрами.

Периодическая поверка всех типов гравиметров осуществляется с использованием гравиметрического полигона, на пунктах с известными значениями силы тяжести, однако данный способ определения метрологических характеристик гравиметров является самым трудоемким и финансово затратным. В большинстве случаев данный метод трудно реализуем на практике, в виду отсутствия таких полигонов в местах эксплуатации гравиметров. Отсутствие гравиметрических полигонов обусловлено особенностями рельефа местности и невозможностью строительства гравиметрических пунктов с различными значениями силы тяжести в местах эксплуатации метрологических центров.

Для относительных гравиметров поверка возможна за счет уменьшения составляющей сил тяжести, действующей на упругую систему гравиметра, для чего чувствительный элемент гравиметра наклоняют относительно плоскости горизонта на известное эталонное значение.

Для реализации данного метода используются установки для передачи единицы ускорения свободного падения методом наклона.

Отечественные установки для передачи единицы ускорения методом наклона, такие как УЭГ-2 и УЭГП, разрабатываемые в 1970х годах, на данный момент не выпускаются, а их аналоги или подобные зарубежные установки на сегодняшний день отсутствуют [1].

Данные обстоятельства приводят к необходимости метрологического обеспечения относительных гравиметров на государственном первичном эталоне [2], что влечет за собой нерациональную логистику по доставке и поверке, и как следствие приводит к существенным финансовым затратам на доставку гравиметра из мест их эксплуатации. При этом длительная транспортировка негативно сказывается на чувствительном элементе гравиметра в виде ухудшения метрологических характеристик, из-за растяжения пружин или нарушения юстировки оптических элементов, а также не исключены обрывы пружины и выход гравиметра из строя.

Для решения проблем метрологического обеспечения относительных гравиметров и решения задач по их поверке в местах их эксплуатации разработана установка для поверки гравиметров (далее - УПГ) методом наклона с использованием рабочего эталона плоского угла (тахеометр электронный - далее тахеометр), принцип действия которой основан на воспроизведении синусной схемы прямоугольного треугольника с переменным значением катета (рисунок 1).

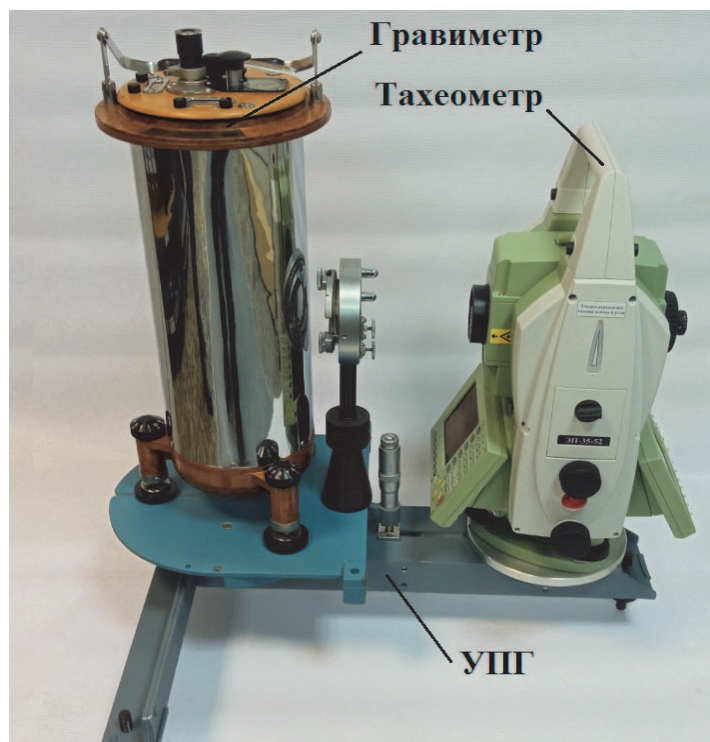


Рисунок 1 – Внешний вид УПГ

Поверяемый гравиметр устанавливается на поверхность наклонной плиты УПГ, предварительно выставленной по цилиндрическому уровню в плоскость горизонта. Тахеометр с помощью специальной коллимационной окулярной насадки наводится на плоское зеркало УПГ, жестко связанное с поверхностью наклонной плиты, после чего

зрительная труба тахеометра с помощью наводящего винта приводится в плоскость горизонта таким образом, чтобы изображения сетки нитей зрительной трубы было точно совмещено с её отражением от зеркала. Требуемый угол наклона воспроизводится наклоном зрительной трубы тахеометра, после чего вращением дифференциального винта вновь добиваются совмещения изображения сетки нитей зрительной трубы с её изображением, после чего берутся отсчеты по вертикальному кругу тахеометра и шкале гравиметра [2]. Метод наклона позволяет выполнять детальное исследование шкалы гравиметра: определение нелинейности отсчетной шкалы, зависимость цены деления от температуры, атмосферного давления, изменение цены деления с течением времени [3]. Преимущество конструкции УПГ заключается в том, что совместное ее использование с рабочим эталоном плоского угла обеспечивает проведение поверки гравиметров непосредственно в местах их эксплуатации.

В виду того, что в качестве отчетного устройства в данной конструкции служит рабочий эталон плоского угла (тахеометр), УПГ не имея собственной отсчетной системы (шкалы) не может быть средством измерений, однако имеет ряд технических характеристик, которые подлежали исследованию.

Проведенные исследования показали, что разработанная УПГ может применяться для поверки относительных гравиметров в местах их эксплуатации с применением рабочего эталона плоского угла. Однако, внедрение в практику УПГ данной конструкции возможно только для электронных тахеометров оснащенных специальной коллимационной окулярной насадкой (рисунок 2), которая в комплексе с тахеометром не входит и поставляется отдельно, при этом данная насадка подходит не ко всем видам существующих тахеометров.



Рисунок 2 – Специальная коллимационная окулярная насадка

В связи с этим, было решено поменять конструкцию установки для поверки гравиметров, заменив плоское зеркало на зрительную трубу, сетки нитей которой подсвечиваются источником света (лампа накаливания или светодиод). Данное конструктивное решение позволило уменьшить габариты и общий вес установки.

УПГ-МГ (рисунок 3) также состоит из наклонной плиты 1, на которую устанавливается поверяемый гравиметр, микрометрического винта 2, регулируемых опор 3, основания 4 для установки тахеометра и зрительной трубы 5, которая заменяет плоское зеркало и обеспечивает наведение зрительной трубы тахеометра.

Технические характеристики УПГ-МГ также подлежали исследованию: диапазон наклона плиты; дискретность дифференциального винта, разность показаний тахеометра в

одной и той же точке наклона плиты при плавном подходе к этой точке со стороны меньших и больших значений измеряемого вертикального угла (вариация). Оно проводилось аналогично исследованию первоначальной установки УПГ.



Рисунок 3 – УПГ-МГ



Рисунок 4 – Проведение исследования УПГ-МГ

Для проведения исследований использовались тахеометр электронный Leica TS30 (рабочий эталон плоского угла 2 разряда) [3] для измерения угла наклона зрительной трубы установки (угол α_1), наклон которой задается при помощи дифференциального винта. На поверхность наклонной плиты устанавливается плоское зеркало на магнитном

Полученные результаты исследований УПГ-МГ подтверждают, что диапазон наклона плиты соответствует диапазону, необходимому для поверки относительных гравиметров ($\pm 2^\circ$) методом наклона. Дифференциальный винт обеспечивает плавное и достаточное совмещение изображений сетки нитей зрительной трубы тахеометра с зрительной трубой установки УПГ-МГ, а также плавное задание значений контрольных углов, при этом вариация не превышает $2''$ (рисунок 5).



Литература

1. Григорьева М.Р., Конюхов М.А. Метод передачи единицы ускорения при измерении ускорения свободного падения методом наклона с использованием рабочих эталонов плоского угла. г. Кубинка «48 научно-техническая конференция молодых военных метрологов «Актуальные задачи военной метрологии». – 67 с.
2. ГОСТ Р 8.715-2010. Государственная поверочная схема для средств измерений ускорения свободного падения. – М.: Стандартинформ, 2012
3. Огородова Л.В., Шимбирев Б.П., Юзefович А.П., Гравиметрия. – М.: «Недра», 1978. – 325 с.
4. Тахеометры электронные Leica TS30. Описание типа средства измерений. Регистрационный номер 40890-09.
5. Автоколлиматоры цифровые АК-025. Описание типа средства измерений. Регистрационный номер 471453-18.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ АЭРОДРОМА ОТ АТАК БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гушина Дарья Андреевна, аспирант 2 года обучения кафедры математики и
естественнонаучных дисциплин

Научный руководитель: **Вилисов Валерий Яковлевич**, доктор экономических наук,
доктор технических наук, профессор кафедры математики и естественнонаучных
дисциплин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза,
летчика–космонавта А.А. Леонова», г. Королёв, Московская область

Произведён анализ атак беспилотных летательных аппаратов на аэродромы базирования авиации воздушно-космических сил. Рассмотрены основные способы проведения атаки беспилотников по аэродромам. Предложены основные положения разработки математической модели оценки защищённости аэродрома от атак беспилотных летательных аппаратов. Предложена математическая модель системы защиты аэродрома от атак беспилотных летательных аппаратов.

Микро-БпЛА, мини-БпЛА, малоразмерные БпЛА, защита аэродрома, атака БпЛА, беспилотник, налёт БпЛА.

A MATHEMATICAL MODEL OF THE AIRFIELD PROTECTION SYSTEM AGAINST ATTACKS BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

Gushchina Daria Andreevna, 2-year postgraduate student, Department of Mathematics and
Natural Sciences

Scientific supervisor: **Vilisov Valery Yakovlevich**, Doctor of Economics, Doctor of Technical
Sciences, Professor of the Department of Mathematics and Natural Sciences

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Technological University
named after twice Hero of the Soviet Union, Cosmonaut A.A. Leonov", Korolev, Moscow
region

The analysis of attacks by unmanned aerial vehicles on airfields based on aviation of the aerospace forces has been carried out. The main methods of conducting drone attacks on airfields are considered. The main provisions of the development of a mathematical model for assessing the security of an airfield from attacks by unmanned aerial vehicles are proposed. A mathematical model of the airfield protection system against attacks by unmanned aerial vehicles is proposed.

Micro-UAVs, mini-UAVs, small-sized UAVs, airfield protection, UAV attack, drone, UAV raid.

Опыт вооружённых конфликтов последних лет показывает, что роль беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) неуклонно возрастает. Ведущие страны мира производят огромное количество беспилотников различных категорий, но лидирующими в производстве и применении являются беспилотники категории мини и микро [1]. В первую очередь это связано с огромной проблемой обнаружения и уничтожения малоразмерных БпЛА, так как данная категория имеет малые эффективные площади рассеяния (ЭПР) ($0,01 \div 0,1 \text{ м}^2$), крайне малые скорости полета ($0 \div 50 \text{ м/с}$), полеты на предельно малых высотах (от 10 до 100 м). В этой связи одной из актуальных задач на

сегодняшний день является противодействие малоразмерным разведывательно-ударным БпЛА при защите особо важных объектов обороны страны.

С началом специальной военной операции на Украине зафиксировано более 500 случаев атак или появления БпЛА в воздушном пространстве Российской Федерации. Основными целями атак являются административные центры, промышленные зоны, а также аэродромы (АЭ) базирования авиации Воздушно-космических сил (ВКС). Аэродром имеет сложную инфраструктуру, и большую территорию, которую необходимо защитить от атак БпЛА. В особенности, к наиболее значимым элементам аэродрома следует отнести: склады горюче-смазочных материалов (ГСМ), средства централизованной заправки топливом (ЦЗТ), зарядки сжатыми газами и снабжения электроэнергией, стоянки авиационной техники (АТ) и ангары хранения АТ, командно-диспетчерский пункт (КДП), средства аэродромной связи и радиотехнического обеспечения (РТО), взлетно-посадочная полоса (ВПП), рулежные дорожки и склады авиационного вооружения. Несмотря на постоянную работу систем противовоздушной обороны (ПВО), радиоэлектронного подавления (РЭП) и радиоэлектронной борьбы (РЭБ) отразить атаку БпЛА не всегда удавалось [2].

Исходя из имеющихся данных атак БпЛА по аэродромам России, можно выделить несколько основных способов применения БпЛА. Способ боевого применения содержит один или совокупность нескольких приёмов действий. На рисунке 1 представлены основные способы применения БпЛА.

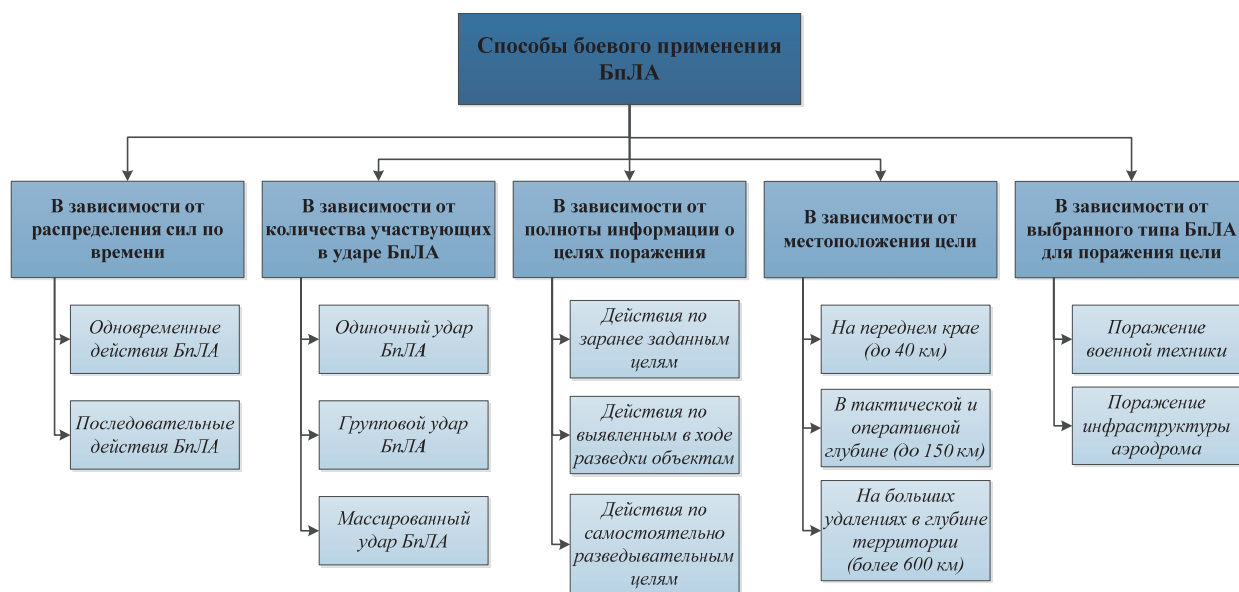


Рисунок 1 – Способы боевого применения БпЛА

Безусловно, велика вероятность повышения интенсивности подобных атак и адаптации противника к нашим средствам и системам противодействия БпЛА. Как правило, эти системы состоят из средств обнаружения и распознавания цели, а также противодействия и поражения [3]. Средства обнаружения и распознавания представляют собой радиолокаторы и оптико-электронные средства (ОЭС), которые имеют различные тактико-технические характеристики (ТТХ). К средствам противодействия относят комплекс радиоэлектронного подавления и различные огневые средства, БпЛА-перехватчики и средства поражения, построенные на новых физических принципах (лазер, радиочастотное оружие). Многообразие элементов для создания систем защиты делает актуальной разработку методики оценивания уровня защищённости аэродромов от атак БпЛА. Такая методика позволит:

- оценить существующие возможности по защите аэродромов от атак БпЛА;

- разработать рекомендации по совершенствованию системы защиты;
- прогнозировать тенденции изменения тактики атак БПЛА противника.

Для применения этой методики необходимо выделить показатели и критерии эффективности системы защиты аэродрома. Основным инструментом для расчета показателей эффективности является математическая модель. В её состав входят программные модули следующего назначения:

- формирования налёта (траектории атакующих БПЛА с учётом тактико-технических характеристиках беспилотников);
- формирования измерений средств обнаружения и распознавания БПЛА (первичная обработка данных об обстановке в воздухе);
- оценка параметров траекторий обнаруженных объектов (вторичная обработка);
- распознавание сопровождаемых объектов;
- функционирование средств подавления (поражения);
- оценка результатов работы системы защиты и статистическая обработка данных.

Структурная схема, иллюстрирующая связи различных программных модулей математической модели, представлена на рисунке 2.

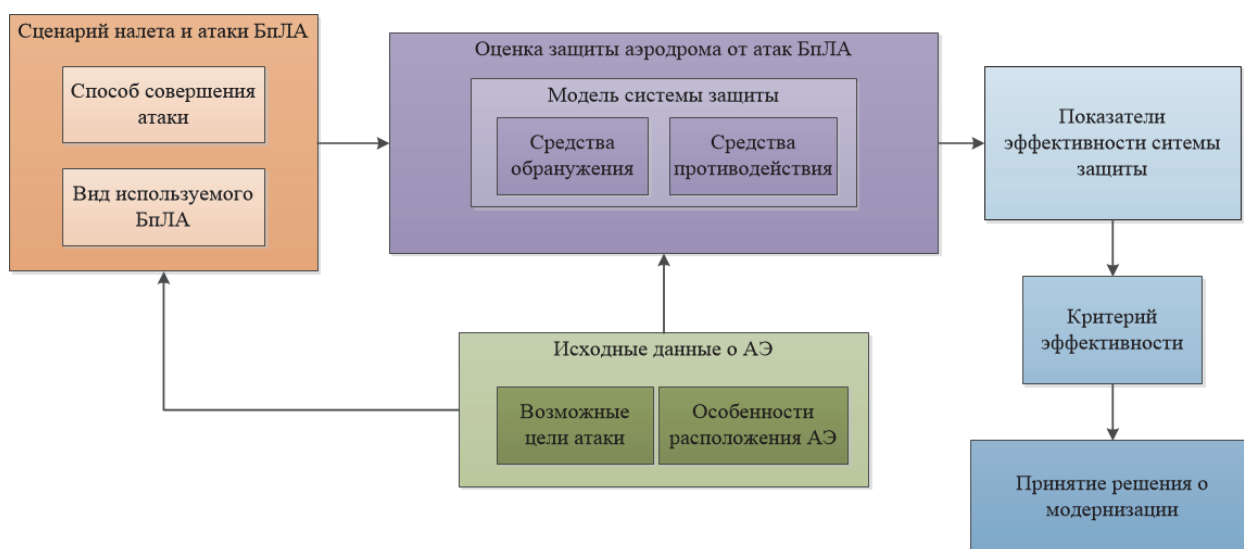


Рисунок 2 – Структурная схема математической модели оценки системы защиты аэродрома от атак БПЛА

Предположив возможный сценарий применения БПЛА, зная основные характеристики и возможности беспилотников и задав основные данные о структуре аэродрома и средств обнаружения, сопровождения, распознавания, поражения дронов, можно оценить возможности его защиты. Исходя из которых будет принято решение о необходимости оснащения аэродрома дополнительными средствами защиты или изменения расположения средств защиты для повышения эффективности работы системы в целом.

Для построения системы защиты аэродрома от атак БПЛА необходима методика оценки эффективности её функционирования. Получить численные оценки показателей эффективности предлагается, используя математическую модель системы защиты. Её работа начинается с задания налёта вражеских БПЛА. В этой связи предлагается рассматривать три типовых варианта: удар одиночными БПЛА, групповой и массированный удары.

Одиночный удар БПЛА. Противник применяет 1 или 2 БПЛА пытаясь нанести удары по очереди. Такой способ используют, когда существует необходимость преодолеть различные средства противодействия, для корректировки маршрута или уточнения цели. Таким способом Вооружённые силы Украины пытались атаковать аэропорт в Сочи 14

октября 2023 года [4]. В тактике применения авиации широко распространены демонстративные действия, цель которых отвлечь внимание и основные силы ПВО на второстепенное направление удара. С этой целью также могут применяться одиночные удары БпЛА.

Групповой удар БпЛА. Используя такой способ, противник применяет несколько БпЛА одновременно, которые пытаются нанести скоординированный удар по заданной цели. Таким способом была совершена попытка атаки на нефтеперерабатывающем заводе "Славнефть-ЯНОС" в Ярославле [5]. Следует отметить, что при групповом ударе возрастает возможность поражения цели за счёт большего количества участвующих БпЛА. Это возможно, например, при групповом ударе в форме последовательного налёта с одного направления при ограниченном боезапасе зенитно-ракетного комплекса (ЗРК).

Массированный удар БПЛА. Вероятность применения противником массированного удара невелика, особенно в глубине нашей территории. При данном способе задействованы десятки БпЛА, выполняющих задачи постановки помех, разведки и собственно нанесения удара. Такая атака, как правило, имеет плотность налёта превышающий возможности ПВО, что значительно увеличивает шансы поражения цели. Наиболее близкой к описанной является атака 29 августа 2023 года на аэродром в г. Псков, где был совершен массированный налёт 20 БпЛА [6].

Из числа существующих малоразмерных БпЛА у противника наиболее популярны модели: DJI Mavic Pro, «Phantom-4», «Autel-3 Pro», «Лелека-100», «Бобер», A1-C «Фурия», «Mugin», «Вампир», «Баба Яга».

Военный аэродром – это сложная система, состоящая из множества элементов, и каждый аэродром имеет своё назначение и особенности расположения в зависимости от классификации и ряда решаемых задач. В связи с этим, целесообразно рассматривать типовой аэродром, включающий наиболее вероятные цели поражения. К таким целям следует отнести: склады ГСМ, средства ЦЗТ, зарядки сжатыми газами и снабжения электроэнергией, стоянки авиационной техники (АТ) и ангары хранения АТ, командно-диспетчерский пункт (КДП), средства аэродромной связи и РТО, взлетно-посадочная полоса (ВПП) и рулевые дорожки, склады авиационного вооружения.

Каждый аэродром является важным объектом обороны, защита которого осуществляется в комплексе взаимодействия основных элементов. Система защиты от БпЛА включает в себя несколько подсистем: наблюдения, управления, подавления, а также объекты, взаимодействующие с аэродромными службами (рисунок 3).



Рисунок 3 – Структурная схема системы противодействия БпЛА

Предлагается следующая математическая модель для расчёта показателя эффективности защиты аэродрома от малоразмерных БПЛА:

$$\Xi = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N \frac{K_{пр}(\Gamma, O, \Pi, D_t)}{K_o(H_j)} * P_n, \quad (1)$$

где $K_{пр}$ – количество прорвавших оборону БПЛА;

K_o – количество всего используемых БПЛА;

N – количество имитационных экспериментов;

P_n – вероятность поражения цели одним БПЛА;

Γ – параметры геоинформации аэродрома;

O – параметры средств обнаружения;

Π – параметры средств поражения;

D_t – тип БПЛА, задействованный в налёте;

H_j – вариант налёта БПЛА.

Геоинформация будет задана изначально с учетом: Γ_1 геодезической сетки типового аэродрома и Γ_2 координаты, месторасположения важных объектов инфраструктуры, так, что Γ (Γ_1, Γ_2).

Средства обнаружения будут расположены с учётом: O_1 выбранного средства и его ТТХ, и иметь координаты O_2 , соответственно O (O_1, O_2).

Средства поражения будут находиться по координатам Π_1 с учётом Π_2 средства противодействия и его ТТХ, а значит Π (Π_1, Π_2).

Из множества возможных налётов будут использоваться один из трёх возможных: H_1 – одиночный; H_2 – групповой, H_3 – массированный.

Тип БПЛА совершающий налёт с его ТТХ будет один из наиболее популярных моделей: D_1 – БПЛА «Бобёр», D_2 – БПЛА «Лелека-100» и т.п.

В рамках проводимого исследования ряд факторов не будет учитываться, будут введены ограничения следующего характера:

1) Погодные условия САВОК, что означает: преобладающая видимость составляет 10 км и более, отсутствуют облаков ниже 1500 метров или ниже наибольшей минимальной высоты сектора, в зависимости от того, что больше, также отсутствуют кучево-дождевые и мощные кучевые облака и значимые погодные явления.

2) Данные о государственной принадлежности БПЛА соответствуют действительности. Данное ограничение необходимо, при использовании дронов-охотников в качестве средств противодействия БПЛА противника.

3) Во время атаки БПЛА движение воздушных судов не производится.

Таким образом, будет выглядеть имитационная математическая модель системы защиты аэродрома от атак БПЛА, с помощью которой будут получены численные показатели эффективности. На основании полученных данных будут предложены рекомендации по размещению и использованию средств обнаружения и противодействия атакам БПЛА в интересах повышения уровня обороноспособности аэродрома.

Литература

1. Клименко В.М. Беспилотные летательные аппараты военного назначения: монография, ч.1 – /В.М. Клименко, В.А. Аладинский, С.В. Богдановский, В.С. Ромашов. – Череповец: РИО ВВИУРЭ, 2019. – 613 с.
2. Ламова Е. Ударная волна. Украинские дроны атаковали объекты в семи регионах России / Е. Ламова, А. Антипова, С. Прохорова, А. Велина. – Текст: электронный // Газета РБК. – 2023. ГАЗЕТА № 091 (3761) (3108) – URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2023/08/31/64e5fe5e9a7947958ce0f656> (дата обращения: 12.10.2023).

3. Ерёмин Г.В., Чёрный С.Н. Система борьбы с беспилотными летательными аппаратами – новый технический уровень и комплексный подход / Г.В. Ерёмин, С.Н. Чёрный – Текст: непосредственный // Военная мысль. – 2022. – № 7. – С. 32–40.
4. Фомина А. В Сочи взорвалась цистерна с дизелем. По ней мог ударить беспилотник. Текст: электронный // ГАЗЕТА.RU – 20.09.2023 - URL: <https://www.gazeta.ru/social/2023/09/20/17613200.shtml?ysclid=lomzc3whbk824056705> (дата обращения: 19.10.2023).
5. Голубева А. В Ярославле НПЗ подвергся атаке беспилотника. Текст: электронный // Комсомольская правда – 29.01.2024 URL: <https://www.yar.kp.ru/daily/27559/4884341/> (дата обращения: 09.05.2024).
6. На аэродром Пскова был осуществлён налёт вражеских дронов, сообщается о повреждении военно-транспортных самолётов Ил-76. Текст: электронный // Военное обозрение. – 30.08.2023. - URL: <https://topwar.ru/224894-na-ajerodrom-pskova-bylosuschestvlen-nalet-vrazheskih-dronov-soobschaetsja-o-povrezhdenii-voenno-transportnyh-samoletov-il-76.html> (дата обращения: 02.11.2023).

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СОЛЕННОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Исаков Александр Владимирович, младший научный сотрудник
Научный руководитель: **Попов Юрий Иванович**, кандидат технических наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный
метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации, г. Мытищи,
Московская область

Рассмотрена возможность определения действительных значений солёности растворов морской воды методом, основанном на измерении полного сопротивления первичного преобразователя с раствором морской воды на индикаторных частотах.

Солёность морской воды, контактный первичный преобразователь, полное сопротивление, промилле.

METHOD FOR DETERMINING ACTUAL VALUES OF SEAWATER SALINITY

Isakov Alexander Vladimirovich, junior researcher
Scientific adviser: **Popov Yuriy Ivanovich**, Ph.D. in Engineering sciences,
Federal State Budgetary Institution «Metrology Scientific Head Center» of the Ministry of
Defense of the Russian Federation, Mytishchi, Moscow region

The possibility of determining the actual salinity values of seawater solutions by the method, based on measuring the total resistance of the primary transducer with seawater solution at indicator frequencies is considered.

Seawater salinity, contact primary transducer, impedance modulus, impedanceometry, ppm.

Одним из актуальных вопросов определения солёности морской воды является использование ее фактических значений совместно с фактическими значениями температуры и гидростатического давления морской воды для определения скорости распространения звука в морской воде, что играет важную роль в океанографии и гидроакустике, например, при обнаружении подводных объектов и проведении океанографических исследований [1].

Наиболее часто встречающимся определением солёности морской воды является общая величина твердой фазы раствора, растворенного в морской воде в количестве одной тысячной от ее веса. Солёность выражается в «промилле» (‰) или в практических единицах солёности (ПЕС) и определяется мерой концентрации соли и других минералов, растворенных в воде [1].

На практике солёность редко определяется последовательностью операций, которые включали бы испарение, высушивание и взвешивание твердого осадка ввиду того, что некоторые вещества (особенно хлористые соединения) испаряются из гигроскопического осадка в процессе высушивания [1].

По этой причине в настоящее время для определения действительных значений солёности морской воды применяются, как правило, кондуктометрические поверочные установки, позволяющие определить солёность исследуемых растворов на основании их электропроводности [2, 3]. Электропроводность определяется из выражения:

$$\kappa = \frac{1}{R},$$

где: κ – электропроводность раствора; R – активное сопротивление раствора.

Среди кондуктометрических методов анализа выделяют: мостовые методы (преимущественно при проведении измерений на токах низкой частоты), компенсационные методы, методы титрования и другие [2, 3].

Для реализации метода в лабораторных условиях применяются кондуктометрические поверочные установки или солемеры. Первые обладают повышенной, в сравнении с солемерами, точностью и могут использоваться в качестве эталонных средств измерения при проведении поверки.

В качестве примера на рисунке 1 приведены изображения отечественной кондуктометрической поверочной установкой КПУ-1.



Рисунок 1 – кондуктометрическая поверочная установка КПУ-1: 1 - встроенный четырехстрочный дисплей; 2 – короб с компрессором; 3-6 – кондуктометрические ячейки типов А, Б, В, Д (таблица 1)

Таблица 1 – Рабочие диапазоны солёности кондуктометрических ячеек, входящих в состав КПУ-1

№ п/п	Обозначение типа кондуктометрической ячейки	Обозначение ячейки на рисунке 1	Рабочий диапазон солёности раствора
1	А	3	от $1 \cdot 10^{-2}$ до 100 См/м
2	Б	4	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ См/м
3	В	5	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ См/м
4	Д	6	от $1 \cdot 10^{-2}$ до 100 См/м

Для кондуктометрической поверочной установки КПУ-1 в таблице 2 представлены основные метрологические характеристики.

Таблица 2 - Основные метрологические характеристики КПУ-1

Характеристики	Значения
Диапазон удельной электрической проводимости, См/м	от $1 \cdot 10^{-6}$ до 100
Диапазон измерений входного токового сигнала, мА	0 - 20; 0 - 5; 4 - 20
Основная относительная погрешность измерений удельной электрической проводимости в диапазоне измерения, %	$\pm 0,1$
Относительная погрешность в диапазоне от 10^{-6} до 10^{-4} См/м, %	$\pm 0,5$
Абсолютная погрешность измерения температуры в диапазоне от 0 до +100 °С, °С	$\pm 0,1$
Основная приведенная погрешность измерений токового сигнала, %	$\pm 0,25$
Пределы допускаемых дополнительных погрешностей прибора, %	$\pm 0,2$

Электродные кондуктометрические ячейки могут иметь конструктивные различия в зависимости от количества используемых в них электродов и направленности производимых КПУ измерений. Наиболее часто встречаются двухэлектродные ячейки (рисунок 2). Преимуществами КПУ с таким типом ячеек являются их относительная дешевизна, простота в использовании и универсальность при измерении параметров растворов с низкой проводимостью.

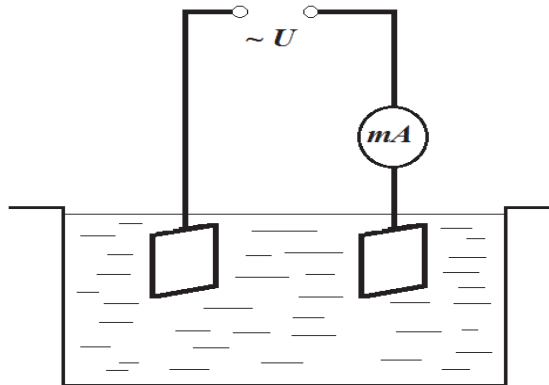


Рисунок 2 - Схематическое изображение двухэлектродной кондуктометрической ячейки

Для уменьшения погрешностей, вызванных влиянием эффекта поляризации электродов, а также для исследования растворов сред с высокой электропроводностью в кондуктометрических установках целесообразно применять четырехэлектродные кондуктометрические ячейки (рисунок 3) с двумя рабочими электродами (A1 и A2), на которые подается напряжение, и двумя измерительными электродами (B1 и B2), с которых снимается падение напряжения.

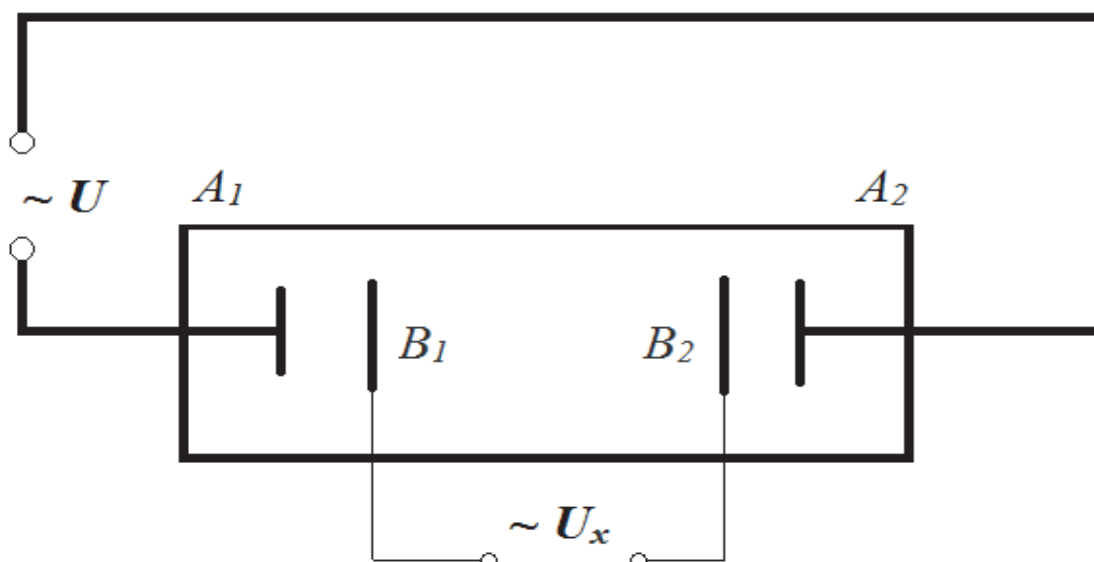


Рисунок 3 – Схематическое изображение четырехэлектродной кондуктометрической ячейки

В целях обеспечения единства измерений и снижения трудозатрат на определение действительных значений солёности морской воды за счет автоматизации процесса, авторами предлагается к разработке и дальнейшему применению метод, основанный на измерении полного сопротивления первичного преобразователя (Z) с раствором морской воды на индикаторных частотах.

Полное сопротивление первичного преобразователя определяется из выражения

$$Z = \sqrt{(R^2 + X^2)},$$

где R – активное сопротивление раствора; X – реактивное сопротивление раствора, определяемое из выражения

$$X = \frac{1}{2\pi fC},$$

где f – частота переменного электрического тока; C – ёмкость первичного преобразователя с исследуемым раствором, определяемая из выражения

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S(n-1)}{d},$$

где ε – комплексная диэлектрическая проницаемость; ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума; S – площадь поперечного сечения раствора между электродами; n – количество электродов; d – расстояние между электродами.

Применение предлагаемого метода позволит повысить оперативность и снизить трудозатраты на определение действительных значений солёности морской воды за счет автоматизации процессов измерений. Кроме того, использование платинированных электродов, а также проведение измерений на индикаторных частотах позволит снизить влияние поляризационного эффекта, возникающего на поверхности электродов [2, 4].

Метод предлагается использовать для анализа солености морской воды как в лабораторных условиях, так и в местах эксплуатации техники.

В целях подтверждения теоретических положений о возможности использования предлагаемого метода был проведен эксперимент по определению действительных значений солености контрольных растворов морской воды с заведомо известными значениями солености на основании измерения полного сопротивления первичного преобразователя с объектом контроля.

Номинальные значения солености контрольных растворов варьировались от 10 ‰ до 50 ‰ с шагом в 5 ‰.

На рисунке 4 приведена структурная схема информационно-измерительной системы определения солености морской воды с помощью измерителя RLC (эксплуатируемого в метрологических подразделениях) и контактного первичного преобразователя.



Рисунок 4 – Структурная схема информационно-измерительной системы для определения солености морской воды с помощью измерителя RLC:

**1 – персональная электронно-вычислительная машина;
2 – измеритель RLC; 3 – контактный первичный преобразователь**

По результатам проведенных измерений была построена кривая зависимости полного сопротивления первичного преобразователя с исследуемым раствором от солености морской воды (рисунок 5).

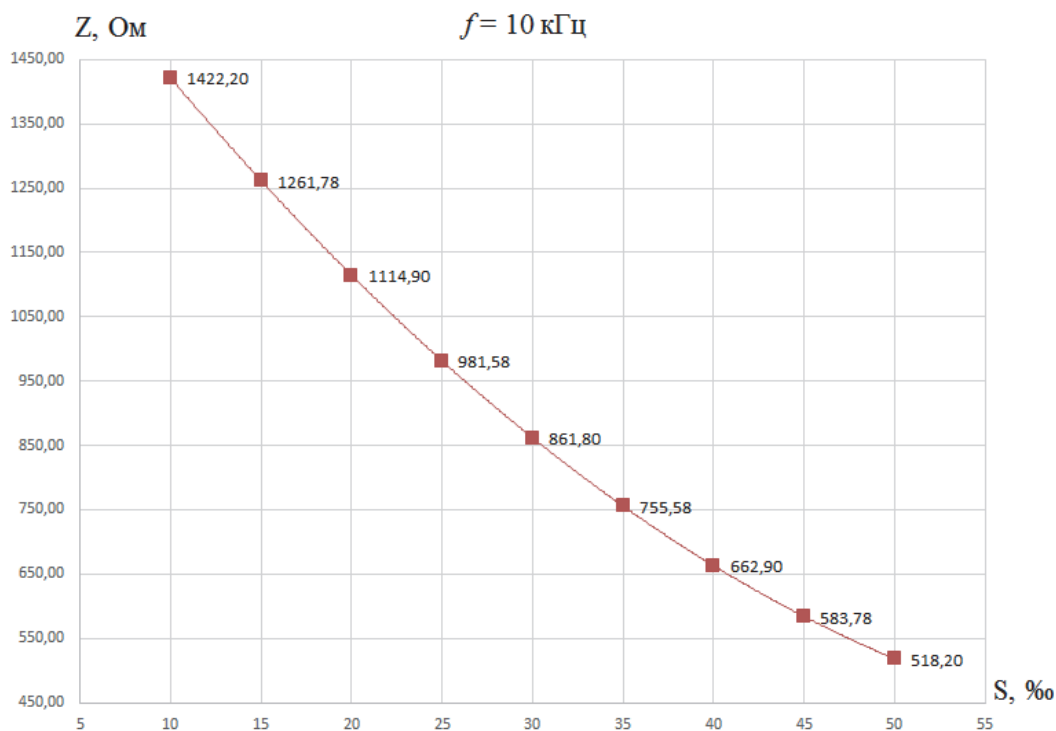


Рисунок 5 – Кривая зависимости полного сопротивления первичного преобразователя с исследуемым раствором от солености раствора на частоте 10 кГц

Аппроксимация полученной кривой полиномиальной функцией 2-ой степени позволила получить формулу для определения действительного значения солёности морской воды на основании измеренного значения полного сопротивления, определяемую выражением

$$S = \frac{38860 - \sqrt{38860^2 + 1084000 Z} - 1933530800}{542}$$

Величина достоверности аппроксимации функции $R^2 \approx 0,99$.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента показали принципиальную возможность определения действительных значений солёности морской воды методом, основанном на измерении полного сопротивления первичного преобразователя с раствором морской воды на индикаторных частотах.

Литература

1. Фирсов Ю.Г. Основы гидроакустики и использования гидрографических сонаров – СПб.: Нестор-История, 2010. – 348 с.
2. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. Учебное Пособие для университетов – М.: «Высшая школа», 1975. – 295 с.
3. Перелыгин Ю.П., Митрошин А.Н., Перелыгин М.Ю. Кондуктометрический метод определения концентрации натрия хлорида в стерильных растворах // Вестник ПензГУ, 2023 №3(43). – С. 68–71.
4. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 1989. – 454 с.

МОЛОДЕЖЬ И ИНТЕРНЕТ: КУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Киритив Алина Михайловна, аспирантка 2 года обучения кафедры гуманитарных и социальных дисциплин

Научный руководитель: **Татьяна Юрьевна Кирилина**, доктор социологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область

В современном обществе нельзя не заметить активное внедрение социальных сетей и интернета. Они заполнили уже и профессиональную, и научную и личную жизнь как всего общества, так и молодежи в большинстве. В статье рассматриваются положительные и отрицательные стороны воздействия интернета и цифровизации на молодежь.

Молодежь, социальная активность, социальные сети, социализация.

FEATURES OF CUSTOMS DECLARATION OF GOODS IN MODERN CONDITIONS

Kiritiv Alina Mikhailovna, 2nd year postgraduate student of the Department of Social and Humanitarian Disciplines

Scientific adviser: **Kirilina Tatyana Yuryevna**, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

In modern society, one cannot help but notice the active introduction of social networks and the Internet. They have already filled the professional, scientific and personal lives of both the entire society and the majority of young people. The article discusses the positive and negative aspects of the impact of the Internet and digitalization on young people.

Youth, social activity, social networks, socialization.

В современном мире жизнь в стиле интернет-социальных сетей стремительно растет в связи с расширением культуры членства в виртуальных социальных сетях, особенно среди молодежи. Это состояние было обусловлено тем, что возрастает количество пользователей социальной сети.

Благодаря появлению и расширению Интернета как глобальной коммуникативно-информационной сети – в жизни появилось новая область, которое можно назвать «вторым пространством» или «виртуальным пространством», пространством для жизни человека.

Наиболее значительным изменением в современном мире, которое является основой будущих изменений, является конкуренция реального и виртуального миров. На самом деле виртуальный мир пытается поставить все на электронный поток и сделать категории реального мира цифровыми. Интернет, как глобальная информационная система в настоящее время становится не только массовым социальным явлением, но и социокультурным феноменом ввиду экономической глобализации. Несложно заметить, что интересы большинства людей по всему миру переместились из реального мира в

бытие «кажущееся» виртуальное, которому принадлежат многочисленные «ветви» киберпространства.

Экономические и финансовые операции работают в сети мгновенно, платежные системы набирают обороты, европейские и южноамериканские денежные биржи связаны с восточными и азиатскими биржами, мировые правительства и государственные парламенты ведут политические переговоры в системе онлайн, образцы и истории человеческой культуры ранних лет хранятся в больших электронных библиотеках, так же люди во всем мире выбирают общение друг с другом через Интернет-сайты (электронная почта, чат, блог и т.д.).

Хотя киберпространство по сути является виртуальным, но на самом деле, если проанализировать более детально, можно предположить, что оно носит более личностный, «глубинный» характер. Точки, в которых сталкиваются именно две такие «реальности», – это современные смартфоны и основная культурная масса людей, которые их используют.

Киберпространство представляет собой прочный фундамент для нового определения высших и основных категорий познания – пространства, времени и индивидуума или человека. Если же транспортная отрасль все больше старается сократить расстояние и ускорить время, а телепортация или одновременное непосредственное нахождение объекта в различных местах и локациях до сих пор остается предметом научной литературы, то виртуальный мир доказал, что организация человеческого общения возможно вне времени и пространства. Кроме того, когда дело доходит до времени, киберпространство формирует идею незамедлительной скорости, устраняет сбои и замедления, синхронизирует контакты и общение. Также возможно повторить некое действие, поскольку информация о связи с пользователем в социальной сети хранится там.

В настоящий момент в виртуальной сети Интернет насчитывается около десятков и сотни социальных сетей, которые позволяют миллионам пользователей вести непрерывное и удобное общение на расстоянии, размещать многочисленный контент на разных площадках и обмениваться им с другими участниками сети. Неоспоримым преимуществом популярных социальных сетей является высокая степень интерактивности, где момент отправки и передачи файла или сообщения, как правило, значительно скорее общения вне сетей [3].

Поэтому анализ и изучение данной темы является актуальным, ведь в настоящее время интернет-коммуникации активно используются во многих сферах жизнедеятельности человека, а также в институтах общества: политических, экономических, социальных, становясь всеобъемлющим пространством особенно для молодого поколения.

Проблема данного исследования заключается в том, что на сегодняшний день нет достаточного количества информации, которая позволила сделать полный и точный анализ всех рисков, которые несет в себе такое активное развитие социальных сетей и интернета. В связи с этим, сложно сделать интернет безопасным полностью, а также, сложно его контролировать.

Молодое поколение обладает особой субъективностью, универсальным духом авантюризма, молодежь ни прогрессивна, ни консервативна по природе, готова к любому начинанию.

В современном обществе социальная активность молодежи чаще всего выливается в интернет-сообществах, где чаще всего сидит молодежь.

Общество, проявляющие активность в Сети интернет, больше других склонно группироваться. Она больше выражается стремлением создавать социальные события и осуществлять в них содействие, а кроме того, приносить в жертву средства в подобные события. Интернет-технологические процессы предоставляют возможность совместно исследовать формирования интернет-сообществ. Виртуальное пространство дает

возможность формировать условные сетевые компании – категории единомышленников: общесетевые общественно-политических партий, ассоциаций, группы [4].

Социальные сети, онлайн-дневники и прочие сети интернет-платформ в многочисленных государствах начали конфигурировать, осуществляя штатскую деятельность и подтверждая способности воздействовать в принимаемыми органами правления. Увеличение штатской деятельности Сети интернет обуславливается увеличением степени вторжения новейших технологий. Немаловажно выделить, то, что сеть интернет применяется не только лишь с целью распространения научно-полезной информации. А также для поддержки общественных сетей составляющих ресурсы в осуществлении общественно-политических планов (митинги, публикация пропагандистской литературы и т.п.).

Несколькими современными социологами была проработана теория о том, что очень часто социальные сети применяют как возможность манипулировать людьми, причем массово. С каждым годом только возрастает количество преступлений, совершенных в сети интернет. В большинстве случаев они несут материальный ущерб, но страшнее, когда это приносит ущерб жизни или здоровью людей. Манипулировать через социальную сеть начали уже несколько лет назад: собирают деньги на пожертвования, взламывают карты, совершают незаконные сделки. Страшнее, конечно, случаи, когда людей заставляли убивать, совершать самоубийства. Дети и подростки больше всех подвержены манипуляциям в интернете, что еще больше пугает.

Американские исследователи еще в 2022 году проводили опрос, по результатам которого более 60% лиц от 14 до 30 лет были признаны интернет-зависимыми. На сегодняшний день, скорее всего эта цифра была бы еще выше [2].

На сегодняшний день зависимостью от сети интернет страдает каждый второй посетитель интернета. И количество «зависимых» увеличивается с каждым днем.

Конечно, эта проблема активно глобализировалась во время пандемии, когда люди могли общаться только через социальные сети. И сегодня, социальные сети захватили каждого. Среди молодежи нет таких людей, которые не имели бы ни одного аккаунта в социальных сетях. Именно тогда активно стали появляться «удаленные» профессии, дистанционное образование и еще большие возможности проводить все социальные действия через интернет.

Для молодых людей такой фактор особо опасен. Молодежь – наиболее социально уязвимая группа, многие люди в ней легко поддаются внушению и активно верят во все, о чем пишут в интернете. На сегодняшний день можно сказать о таких «группах смерти», которые обширно распространены в общественных сетях. Детям внушают мысль суицида. В 2022-2023 годах с подобных распространенных «групп» в социальных сетях, которые имеют название «Синий кит» вынуждали огромное число школьников совершать противоправные действия против себя и своей семьи. Так как школьники обладают неуравновешенной нервной системой, они легковнушаемы и наивны, что и используют основатели данных игр.

Социальное становление студенческой молодежи вяжется непосредственно с дальнейшей конкурентоспособностью профессионала. В информационном мире молодой человек стремится задействовать себя во множественных социальных и культурных альтернатив, быть «повсюду». В смену традиционным институциональным конфигурациям начинается новый тип одинаковостей.

Кроме этого, студенты не только коммуницируют в социальных сетях, но также, пишут контрольные работы и рефераты не изучая тему в книгах, а посмотрев в интернете. Мало того, что от этого страдает и сам процесс обучения в том плане, что очень много тем остаются не изучены, а работы просто копируются, так еще и та малая информация, которую они получают во время таких работ, может оказаться абсолютно неправильной и не точной.

К отрицательным сторонам Интернета можно отнести то, что студенты перестают сами готовить рефераты, и домашние работы легче всего стало скачивать из интернета, что зачастую плохо влияет на понимание предмета. К одному из главных минусов можно отнести потерю чувства времени. На пользователей виртуальное пространство оказывает плохое влияние - на самочувствие, ухудшается осанка, у человека портится зрение.

Для решения проблемы необходимо приучить молодых людей общаться вживую и социализироваться. В таком случае активная внеучебная деятельность, проводимая для студентов, сможет оказать активное полезное влияние. Студентов необходимо занимать чем-то вне сети, собирать их вместе, давать им возможные командные проекты. Конечно, наибольшую сложность с социализацией и «отказа» от интернета будут иметь студенты, обучающиеся на таких специальностях, которые предполагают обучение работе в интернете или компьютере: программисты, веб-дизайнеры, графические дизайнеры, IT-специалисты и другие. Здесь должны активно действовать преподаватели, внедряя в свои занятия деятельность и вне компьютера и интернета.

Конечно, в нормативно-правовой сфере тоже недостаточно грамотно проработаны законы и другие нормативные акты, которые позволили бы регулировать всю интернет сферу. На сегодня уже есть некоторые документы, контролирующие деятельность отдельных компонентов, но и этого не хватит. Следует ужесточить правила и нормы деятельности в интернете [1].

Несмотря на короткий период существования, виртуальные социальные сети стали в значительной степени незаменимыми, и их влияние на общество, их влияние на жизнь людей стало довольно очевидным. Их влияние оспорить нельзя. Задача родителей, педагогов и других лиц, занимающихся воспитание молодежи – проследить и обезопасить молодых людей от негативного влияния информационных технологий на молодежь.

Неоспорим и положительный эффект развития сети Интернет и цифровизации практически всех сфер жизни – возможности получения образования онлайн, новые профессии, возможности работать и учиться людям с инвалидностью. Но в каждом позитивном развитии, есть и негативные стороны, особо опасные для молодежи.

В последние годы разрабатывают различные пути решения проблемы кибербезопасности. Это касается и родительского запрета, который могут установить в телефоне и компьютере родители для своих детей. Многие ресурсы, вызывающие опасность или действующие не по закону, закрывают, но и это не позволяет полностью убрать негативное влияние. В дальнейшем будущем должно стать возможным существование молодежи и интернета без материального и научного ущерба.

Литература

1. Баранов П. П., Мамычев А. Ю., Мордовцев А. Ю. Права и свободы человека в цифровую эпоху: проблемы и перспективы политико-правовой динамики //Балтийский гуманитарный журнал. – 2022. – Т. 8. – №. 4 (29). – С. 320-324.
2. Балыкина А. М. Эмпирический анализ интернет-зависимости студентов //Вестник Российского нового университета. Серия: Человек в современном мире. – 2022. – №. 1. – С. 50-53.
3. Головина С.С. Социальные сети в интернет-коммуникации современной молодежи на примере социальной сети «Instagram» / Головина С.С. // Человек. Общество. Наука. 2021. Т. 2. № 4. С. 89-102
4. Колесников В. Н., Мельник Ю. И., Теплова Л. И. Интернет-активность и проблемное использование интернета в юношеском возрасте //Национальный психологический журнал. – 2023. – №. 1 (33).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПЕРАТИВНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА

Колягин Артем Сергеевич, младший научный сотрудник
Научный руководитель: **Попов Юрий Иванович**, кандидат технических наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации, г. Мытищи, Московская область

Рассмотрены существующие методы определения технического состояния двигателей образцов автомобильной техники по результатам анализа отработанного моторного масла. Определены их достоинства и недостатки. Предложен к разработке новый экспресс-метод, основанный на измерении зависящего от свойств масла импеданса датчика на фиксированных индикаторных частотах.

Двигатель внутреннего сгорания, моторное масло, импеданс, экспресс-метод, индикаторные частоты.

SUGGESTIONS FOR PROMPTLY DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE BASED ON THE RESULTS OF USED MOTOR OIL ANALYSIS.

Kolyagin Artem Sergeevich, junior researcher
Scientific adviser: **Popov Yuriy Ivanovich**, Ph.D. in Engineering sciences,
Federal State Budgetary Institution «Metrology Scientific Head Center» Russian Federation
Ministry of Defense, Mytishchi, Moscow region

Existing methods for determining the technical condition of automotive sample engines based on the results of analysis of used motor oil are considered. Their advantages and disadvantages are determined. A new express method has been proposed for development, based on measuring the impedance of the sensor, which depends on the properties of the oil, at fixed indicator frequencies.

Internal combustion engine, motor oil, impedance, express-method, indicator frequencies.

Одной из актуальных задач, стоящей перед технической службой автопредприятий является задача обеспечения надежности и долговечности применяемой ими автомобильной техники, от технического состояния которой в значительной степени зависит их работоспособность. Не вызывает сомнения, что одним из основных элементов автомобильной техники являются их двигатели. Даже малейшая неисправность двигателя внутреннего сгорания может привести к полной неработоспособности автомобильной техники. Показатели надежности и долговечности, заложенные в двигателях при их проектировании и изготовлении, в значительной мере зависят от организации, технологии и качества выполняемых работ по техническому обслуживанию в условиях эксплуатации. Для сохранения эксплуатационного ресурса следует соблюдать режимы технического обслуживания, а также следить за износом деталей. Если с техническим обслуживанием дела обстоят проще, то с проверкой износа, некоторых деталей, могут возникнуть проблемы вследствие их труднодоступности. Обычная диагностика двигателя имеет

недостатки, так как не дает оперативной информации о состоянии конкретного двигателя в период между текущими обслуживаниями, что лишает возможности своевременного влияния на сохранение показателей надежности и долговечности.

Одним из перспективных методов технического диагностирования двигателей внутреннего сгорания является его диагностирование по результатам анализа отработанного моторного масла. К основным преимуществам данного метода относятся: высокая информативность, возможность раннего обнаружения неисправностей двигателя без его разборки, предотвращение отказов в двигателе из-за повышенного износа деталей.

Моторное масло при работе в двигателе внутреннего сгорания претерпевает существенные изменения – старение. Старение масла происходит из-за прямого взаимодействия с газообразными, жидкими и твердыми продуктами загрязнения. Помимо этого, подвергаясь воздействию высоких температур, масло интенсивно окисляется, полимеризуется и коксуется. Продукты, образующиеся в результате всех этих процессов, приводят к значительному изменению его свойств. Следовательно, отработанное масло является носителем комплексной информации о работе двигателя с точки зрения износа узлов трения, развивающихся дефектов отдельных деталей или узлов двигателя, отклонений в протекании рабочего процесса, работоспособности смазочной системы, топливоподачи, охлаждения, фильтрации воздуха и т.д.

Рассмотрим существующие методы технического диагностирования двигателей внутреннего сгорания по отработанному моторному маслу.

1) Самым простым методом, позволяющим определить, пригодно ли масло к использованию, является «капельный метод» [1, 2], который предполагает прогрев автомобиля до рабочей температуры и нанесение капли масла на фильтрованную лабораторную бумагу. Далее, после просушивания при комнатной температуре в течение суток, рассматривается оставшийся от капли отпечаток и определяется цветность формы масляного рисунка (равномерность растекания по четырем составным частям «капельной пробы»). Чистое масло дает большое светлое пятно, исчезающее через несколько суток. Чем светлее и равномернее цвет ядра и зоны диффузии, тем работоспособнее масло. При росте механических примесей темнеют ядро, зона диффузии и теряется краевая зона. Недостатки данного метода заключаются в малой информативности и большой погрешности.

2) Наибольшее распространение в практике диагностирования двигателя для определения содержания продуктов износа получил спектральный анализ отработанного масла [1, 3]. Он выявляет различные элементы-индикаторы, и на их основе определяется состояние деталей двигателей. Элементы-индикаторы, характеризующие состояние деталей двигателей, самих двигателей, а также предельные значения концентрации элементов-индикаторов для исправного состояния системы очистки воздуха, представлены в таблицах 1 и 2. Однако, при значительных преимуществах, спектральный анализ не решает всех проблем диагностирования двигателя. Так, чтобы провести анализ, необходимо сначала взять пробу масла и после этого доставить ее в лабораторию, где проводится анализ. Это может занять несколько дней в зависимости от расстояния и доступности лаборатории. К тому же некоторые неисправности систем и узлов двигателя, вызывающие ухудшение топливоподачи, процесс сгорания, уплотнения поршней в цилиндрах, загрязнение деталей, могут вначале не проявляться в увеличении интенсивности изнашивания, но затем отразиться на двигателе в виде аварийных интенсивностей изнашивания и задигов. Также отметим, что спектральный анализ отработанного моторного масла является дорогостоящим процессом. Это связано с тем, что требуется специализированное оборудование и высококвалифицированные специалисты для выполнения анализа.

Таблица 1 - Элементы-индикаторы, характеризующие состояние деталей двигателей

Элемент-индикатор	Изменение состояния двигателя, характеризующееся появлением элементов-индикаторов в масле
Железо (Fe)	Износ гильз цилиндров, шеек коленчатого вала, подшипников качения, зубьев шестерен и др.
Алюминий (Al)	Износ поршня, антифрикционного слоя подшипников скольжения, попадание пыли из воздуха и др.
Свинец, медь (Pb, Cu)	Износ и выкрашивание подшипников скольжения
Элемент-индикатор	Изменение состояния двигателя, характеризующееся появлением элементов-индикаторов в масле
Олово (Sn)	Износ подшипников скольжения, поршневых колец и др.
Хром, молибден (Cr, Mo)	Износ поршневых колец
Кремний (Si)	Попадание пыли из воздуха
Никель (Ni)	Износ подшипников качения, клапанов и др.
Магний (Mg)	Попадание воды в масло

Таблица 2 - Предельное значение концентрации элементов-индикаторов для системы очистки воздуха

Состояние системы очистки воздуха с вероятностью 0,95	Предельная величина концентрации элементов-индикаторов износа в масле для системы очистки воздуха, $1 \cdot 10^{-4} \%$				
	Si	Fe	Al	Cr	Pb
Исправное	10	8	10	2,6	10

3) Следующий метод диагностирования состояния двигателя по отработанному моторному маслу связан с измерением вязкости [4, 5]. Вязкость масла является одним из важных параметров, определяющих его смазывающие свойства. Поэтому изменение вязкости может указывать на различные проблемы с двигателем, такие как износ или загрязнение. Измерение вязкости позволяет определить, требуется ли замена масла или проведение других технических работ. Интенсивность увеличения вязкости зависит от температурных условий в зонах окисления, качества топлива (содержание в нем серы), совершенства процесса сгорания, эффективности системы фильтрации масла, наличия в нем охлаждающей жидкости и др. При работе двигателя в масло может попасть топливо как по причине неполного сгорания, так и вследствие утечек из топливной системы. Утечки топлива из топливной системы заметно снижают вязкость масла и отрицательно влияют на надежность работы двигателя. Особенно сильное влияние вязкость оказывает на работоспособность подшипников скольжения коленчатого вала. Вязкость следует также учитывать в качестве показателя, характеризующего предельное состояние отработанных масел. Изменения вязкости исследуемого масла при окислении оцениваются коэффициентом относительной вязкости K_μ :

$$K_\mu = \mu_{\text{отр}} / \mu_{\text{тов}},$$

где $\mu_{\text{отр}}$ и $\mu_{\text{тов}}$ – кинематическая вязкость отработанного и товарного масел, соответственно, $\text{мм}^2/\text{с}$.

Результаты исследований зависимости вязкости отработавшего масла от качества процесса сгорания представлены в таблице 3 [5].

Таблица 3 – Результаты исследований зависимости вязкости отработавшего масла от качества процесса сгорания

№ масла	$\mu_{\text{тов}}$ при 50 °С, мм ² /с	Малая дымность отработавших газов при 50 °С		Высокая дымность отработавших газов $\mu_{\text{отр}}$ при 50 °С	
		$\mu_{\text{отр}}$, мм ² /с	К μ	$\mu_{\text{отр}}$, мм ² /с	К μ
1	81,4	89,7	1,10	105,9	1,30
2	43,3	49,5	1,14	73,8	1,70
3	36,2	39,5	1,09	60,9	1,68
4	41,4	48,7	1,18	64,9	1,57
5	63,3	72,2	1,14	92,7	1,46

Необходимо отметить, что метод используется в основном для проверки качества моторного масла, его применение для оценки состояния двигателя затруднительно.

4) Хроматографический анализ растворенных в масле газов является методом, служащим для обнаружения повреждений и дефектов конструктивных узлов [6]. При этом, хроматографический анализ является сложным и продолжительным процессом. Так, перед проведением анализа требуется обязательная подготовка образцов масла. Это может включать экстракцию и концентрацию газов из масла. К тому же хроматографический анализ требует специализированное оборудование, например, газовые хроматографы, детекторы и колонки, также требуется высококвалифицированный персонал для обслуживания и проведения исследований.

Таким образом, недостатком рассмотренных методов является недостаточная эффективность в части диагностирования при значительных финансовых и временных затратах.

В связи с этим возникает необходимость разработки и использования, наряду с применяемыми, нового метода экспресс-анализа отработанного моторного масла, который будет сочетать в себе преимущества различных методов и минимизировать их недостатки. Для этих целей предлагается использовать экспресс-метод, основанный на выявлении фиксированных индикаторных частот и измерении зависящего от свойств масла импеданса датчика на этих частотах.

Метод предполагается реализовать с использованием измерителя RLC Keysight E4980A, а также резистора и контактного емкостного датчика. Структурная схема устройства представлена на рисунке 1.

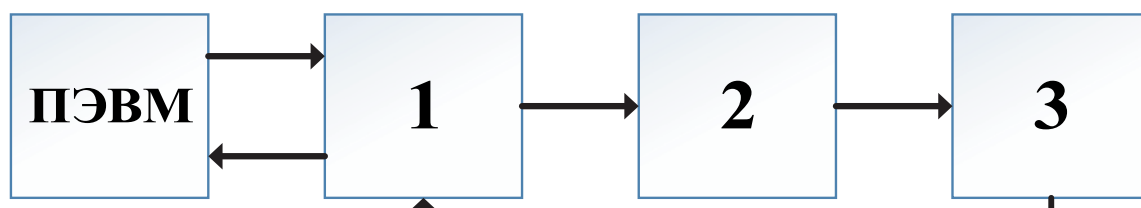


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

1 – RLC-измеритель; 2 – токозадающий резистор; 3 – емкостной датчик с отработанным маслом

Устройство работает следующим образом. После пуска программы ПЭВМ выдает команду на измеритель, который начинает выдавать напряжение фиксированной индикаторной частоты через токозадающий резистор. От протекающего тока на датчике создается падение напряжения, которое измеряется RLC-измерителем, в котором происходит вычисление импеданса, значение которого поступает в ПЭВМ и служит входным параметром в аппроксимирующее уравнение по определению концентрации различных компонентов в отработанном моторном масле. Накопленные при этом

статистические данные о характеристиках отработанного масла позволят выявлять тенденции изменения как состояния смазочного материала, так и технического состояния автомобиля, и, как следствие, своевременный ремонт двигателя позволит продлить срок их эксплуатации. В то же время, возможность применения предлагаемого устройства на месте эксплуатации образцов автомобильной техники позволит минимизировать время на проведении контроля их технического состояния.

Направлением дальнейших исследований является проведение экспериментальных исследований характеристик отработанного моторного масла с различным содержанием элементов-индикаторов для выявления фиксированных индикаторных частот.

Литература

1. ГОСТ 20793 – 2023. Межгосударственный стандарт. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание.
2. Гуца А.В., Черниченко М.А. Анализ отработанного моторного масла // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоцкого государственного университета, 2018. – С. 244-245.
3. Глущенко А.А., Зейнетдинов Р.А., Вайчик И.С. Диагностирование двигателя по содержанию продуктов износа в картерном масле // Известия. Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2015. – С. 185-189.
4. ГОСТ 26378.3 – 2015. Нефтепродукты отработанные. Метод определения условной вязкости.
5. Антропов Б.С. Оценка герметичности впускного тракта двигателя по результатам анализа моторного масла // Двигателестроение. № 2. Санкт-Петербург, 1991. – С. 23-25.
6. РД 34.16.303 – 98. Методические указания по подготовке и проведению хроматографического анализа газов, растворенных в масле силовых трансформаторов.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИМЕНЯЕМЫЕ К МЕТРИКАМ ОБСЛУЖИВАНИЯ ИЛИ ПРОЦЕССУ РАЗРАБОТКИ

Перепелица Кирилл Алексеевич, аспирант 2 года обучения кафедры информационные технологии и управляющие системы

Научный руководитель: **Шульженко Сергей Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры информационные технологии и управляющие системы
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королёв, Московская область

В статье представлены некоторые критерии эффективности управления рисками и способы их применения во время разработки, модернизации бизнес процесса, а также постфактум оценка эффективности на уровне обслуживания клиентов.

Оценка эффективности, управления рисками, метрики обслуживания, метрики качества эффективности разработки.

METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF RISK MANAGEMENT APPLIED TO SERVICE METRICS OR PROCESS DESIGN

Perepelitsa Kirill Alekseevich, 2nd year postgraduate student of the Department of Information Technologies and Control Systems

Scientific advisor: **Shulzhenko Sergey Nikolaevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Technologies and Control Systems

Federal state budget educational institution of higher education "Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonova", Korolev, Moscow region

The article presents some criteria for the effectiveness of risk management and how to apply them during development, modernization of a business process, as well as post-facto assessment of effectiveness at the level of customer service.

Evaluation of efficiency, risk management, service metrics, quality metrics of development effectiveness.

В условиях постоянно меняющейся экономической ситуации и растущей конкуренции, управление рисками становится одним из ключевых аспектов успешного ведения бизнеса. Особенно актуальным этот вопрос становится при создании и модернизации бизнес-процессов, где необходимо учитывать множество факторов и принимать взвешенные решения. В этой статье будут рассмотрены некоторые критерии эффективности управления рисками на уровне разработки и обслуживания с использованием CRM систем.

Процесс обслуживания клиентов, это один из важнейших процессов любой коммерческой организации. От качества обслуживания клиентов, в том числе и зависит экономическая эффективность предприятия. Клиенты, у которых возникают затруднения в использовании продукта компании, часто обращаются за помощью на выделенную линию поддержки, где сотрудники консультируют клиентов, оказывают помощь и проводят необходимые действия для решения вопроса клиентов. Вопрос не всегда может

решиться на первой линии поддержки. Тогда сотрудники передают его на следующую линию, на которой более опытные сотрудники обрабатывают запрос клиента и либо на прямую предоставляют ему ответ, либо передают его на первую линию, и в последствии сотрудники этой линии связываются с клиентом. Процесс решение вопроса клиента представлен на рисунке 1.

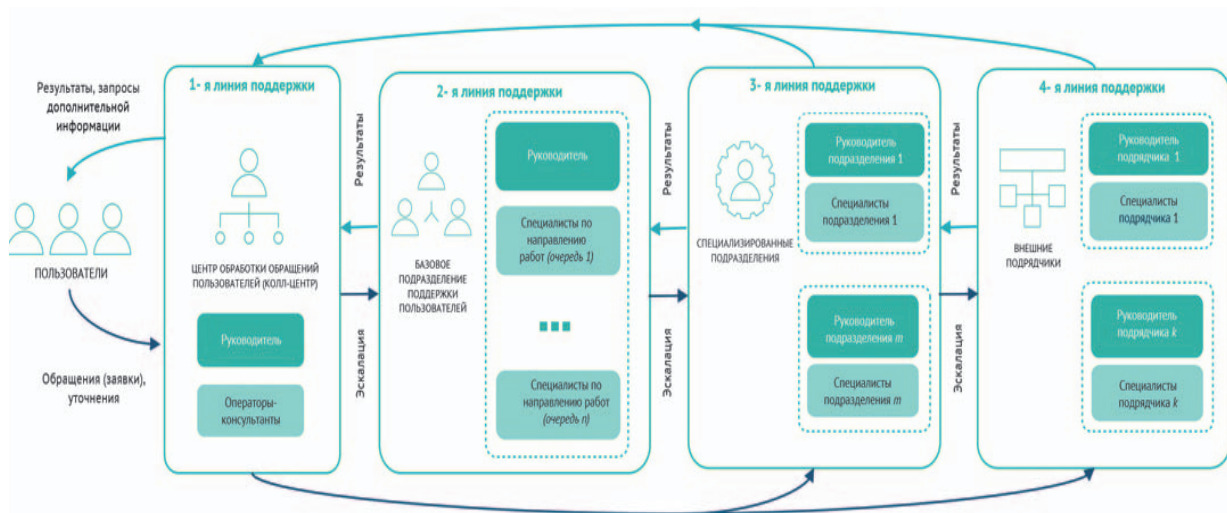


Рисунок 1 - Схема взаимодействия линий технической поддержки клиентов

Но даже в этом случае вопрос клиента может быть не решен с первого раза. Тогда процесс повторяется заново, клиент ждет решение своего вопроса, сотрудники повторно загружаются работой по уже ранее разобранным обращениям, а не разбирают новое. Из-за этого страдает эффективность, при большом потоке обращений, требуется нанимать большой штат, что влечет за собой экономические издержки. Также помимо повышенной нагрузки есть риск потери клиента, который останется не доволен сервисом [2].

Поэтому необходимо контролировать эффективность службы поддержки и при необходимости модернизировать бизнес процессы, чтоб они в полной мере отвечали текущей ситуации в компании. Компания должна разработать метрики, определить по каждой из них приемлемые значения и регулярно их контролировать. В случае со службой поддержки следующие метрики позволят оценивать на сколько эффективно справляется с поступающими запросами:

1) Время решения вопроса клиента специалистами первой линии поддержки. Быстрое и эффективное решение вопроса клиента имеет важное значение для эффективности компании. Снижение времени вопроса способствует повышению удовлетворённости клиентов, что не может отразиться в положительную сторону на их лояльности и готовности рекомендовать компанию своим знакомым, что увеличивает продажи компании. Помимо этого, быстрое решение вопросов позволяет избежать потери клиентов и тем самым не понижать воронку продаж, чем способствует повышение прибыльности компании

2) Количество переданных запросов на более высокий уровень поддержки. Уменьшение количества переданных запросов на следующий уровень позволяет в целом улучшать клиентский опыт за счет скорости решения вопроса клиента. Данный показатель отражает, насколько, качественно и профессионально предоставляется решение вопроса клиента. В разрезе одного обращения.

Улучшение данной метрики позволяет избежать потери клиентов и снижения продаж. Передача запросов на более высокий уровень поддержки может быть воспринята клиентами, как признак того, что компания не может быстро решить его проблему, и он будет понимать, что в случае возникновения проблем, он не сможет решить свой вопрос

быстро. Это не только негативно сказывается на общем впечатлении о компании, но может и стать причиной ухода к конкурентам.

3) Количество успешно решенных запросов на первой линии. Данную метрику необходимо рассматривать совместно с двумя выше перечисленными. Таким образом можно получить полную картину, о том, насколько эффективно справляется служба поддержки с запросами клиентов. При этом критически важно грамотно настроить мониторинг данного процесса, чтоб получить максимально корректные данные. Необходимо исключить из неё такие процессы, которые требуют в обязательном порядке передачи запроса клиента на более высокий уровень, а также случайные обращения.

Для эффективного отслеживания данных метрик, необходимо настраивать CRM систему так, чтоб запросы клиентов делились на заранее определенные тематики. Для этого можно использовать разбиение по тематикам запуска процедур сотрудником в CRM системе, речевую аналитику, ручные отметки тематики обращения и другие способы. Имея такую разметку, становится довольно просто отследить и общее количество обращений клиентов, и скорость решения их вопросов, и количество не решенных вопросов на первой линии поддержки, но в полной мере нельзя оценить качество решения вопросов клиентов на первой линии. Клиент получив не эффективный ответ, может просто перестать общаться с сотрудником. Для отслеживания таких ситуаций используются следующие методы: прослушка случайно выбранных звонков, а также звонков, после которых клиент оставил жалобу, просмотр чатов, если общение происходило там. Также как инструмент дополнительного поиска некачественных коммуникаций используется метрика CSAT.

CSAT (Customer Satisfaction Score) — это показатель удовлетворённости клиента во время получения различных услуг или товаров и общения с сотрудниками компании. Данную метрику, можно получать как качественными, так и количественными исследованиями [3]. Самый простой способ количественного исследования для данной метрики, это направления клиенту краткого опроса, где клиент оценивает по 5 бальной шкале, на сколько он удовлетворен. Данную метрику можно использовать не только для оценки качества работы технической поддержки, но и для оценки на сколько качественно был модернизирован бизнес процесс. Компания сама принимает, какой показатель CSAT является минимально приемлемым для каждого в отдельности или в совокупности бизнес процессов. При неудовлетворительных показателях можно точно отследить причины, по каждому клиенту в следствии чего, он остался не доволен, и найти истинную причину при помощи качественных методов исследования, таких как: интервьюирование сотрудников и клиентов, метод мокасинов, наблюдения и других. Данный метод позволяет довольно просто найти проблемные зоны бизнес процесса, взаимодействующего с клиентами и решить их, тем самым минимизируя дальнейшие риски данного бизнес процесса.

Хоть метрику CSAT можно применять для оценки эффективности не только сотрудников поддержки, но и сотрудников отвечающим за разработку бизнес-процессов, это не единственный показатель [1]. Если команда разработки бизнес-процессов, занимается созданием нового бизнес-процесса, или модернизации текущего, то она также может применять следующие метрики для оценки эффективности:

1) Время прохождения процедур сотрудником или время консультирования клиентов. Для грамотной оценки следует брать не среднее время, а медианное совместно с процентилями. Градации процентилей определяет владелец процесса, но как правило берутся с шагом 5 процентиля от 70 до 95. Таким образом владельцы бизнес-процесса могут объективно оценивать на протяжении времени эффективность нововведений на выборке, которая будет широко охватывать большую часть обращений клиентов и в случае получения неудовлетворительных изменений, производить их откат, тем самым снижая потенциальные риски недовольства клиентов и потери прибыли компании в целом. Дополнительно к выше сказанному, благодаря такому подходу они смогут точно

проработать неудачное изменение, что положительно будет отражаться на следующих версиях данных бизнес-процессов.

2) Количество повторных обращений клиентов. Данная метрика, позволяет понять владельцам бизнес-процесса, на сколько качественно сотрудники оказывают поддержку клиентам. Владельцы бизнес-процесса могут по данному критерию отследить не только, как часто ошибочно сотрудники консультируют клиентов, но и на сколько эффективны изменения в целом. Рост данной метрики после выпуска новой версии процесса, указывает на то, что процесс создан не эффективно, и наоборот, если после обновления данная метрика начала снижаться, значит сотрудники поддержки стали более качественно оказывать сервис клиенту.

Для отслеживания данной метрики, должен создан реестр обращений, в котором сотрудники поддержки фиксируют тематику обращения, причину повторного обращения, прикрепляют предыдущее обращение. При необходимости они должны иметь возможность фиксировать жалобу на предыдущего сотрудника, если субъективно сотрудник может оценить, что прошлый сотрудник был виноват. Такими действиями и владельцы процесса получают информацию, что процесс выстроен не эффективно и это повышает риски потери клиента, так и ведется дополнительный контроль за сотрудниками технической поддержки.

3) Количество передач запросов на следующую линию поддержки. Данную метрику следуют рассматривать в том числе и в совокупности с указанной в предыдущем пункте. Она позволяет владельцам бизнес-процесса видеть, какое количество обращений сотрудники первой линии, а в некоторых случаях и других линий не могут самостоятельно. Каждая передача обращения на следующую линию затягивает срок решения вопроса клиента, что в целом негативно сказывается на клиентском опыте, и увеличивает риски потери клиента. Хотя не каждый процесс можно сделать так, чтоб он эффективно решался исключительно на первой линии, но данную метрику следует применять к процессам, где это возможно. В современном мире, важно стараться клиенту оказать наиболее быстрый сервис, а не заставлять ждать его решения вопроса. Дополнительно передача обращений, увеличивает нагрузку на сотрудников следующей линии поддержки и может возникнуть операционный риск, что сотрудники не будут успевать обрабатывать в срок обращения клиентов, что повлечет за собой и риск, что потери клиента недовольного сервисом. Как один из способов недопущения этого, это увеличение штата сотрудников, что скажется на финансовых показателях организации. Поэтому владельцы бизнес-процесса должны отслеживать динамику данной метрики, и стараться снижать количеству таких передач, что в целом будет сказываться на общей эффективности.

4) Передача запросов внутри линии поддержки. Запросы клиентов сотрудники поддержки могут передавать между собой. Данную метрику также важно отслеживать, она позволяет понять, достаточно ли понятен процесс всем сотрудникам, на сколько верно сделано обучение сотрудников. В случае если после изменения бизнес-процесса, увеличивается число передач запросов, это влечет за собой риски неверной консультации клиентов и увеличивает нагрузку и время обработки запроса клиента. Владелец бизнес-процесса должен оценить на сколько корректно текущее обучение сотрудников, донесена ли своевременно информация об изменениях, на сколько она полна. Дополнительно следует оценить и уровень компетенции сотрудника линии поддержки, его стаж, прошел ли он все необходимые обучающие курсы. Таким образом данная метрика показывает, как и качество и своевременность обучения персонала и донесения информации об изменениях, а еще может указать, что процесс излишне сложен, если выяснится, что часто передают запросы, менее опытные сотрудники, что покажет необходимости изменения или только обучающих курсов, или еще и самого бизнес-процесса в целом.

Подводя итоги выше сказанного, что некоторые метрики службы поддержки можно использовать и для оценки эффективности разработки. Грамотное использование

выше перечисленных метрик позволяет выявить текущие проблемы в процессах, а также снизить потенциальные операционные риски. При этом необходимо отметить, что выше перечисленные метрики, не могут полноценно отражать состояние процесса, если использовать их в отрыве от остальных. Необходим комплексный подход их реализации и благодаря этому владельцы бизнес-процессов смогут не только выстраивать новые запланированные решения более эффективно, но и замечать новые проблемы в них, и оперативно исправлять их.

Литература

1. Абрамов С. С. Оценка качества услуг с учётом позиции потребителя // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. — 2011. — № 1. С. 215-221.
2. Гредников С. Семь шагов для создания эффективного ИТ-подразделения. — Издательские решения, 2016. — URL: <https://readli.net/sem-shagovdlya-sozdaniya-effektivnogo-it-podrazdeleniya> (дата обращения: 18.04.2024).
3. Кегеян Н. Н. Анализ информационных систем управления персоналом // Известия Южного федерального университета. — 2016. — С. 180–183. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-informatsionnyh-sistem-upravleniya-personalom> (дата обращения: 20.04.2024).

МОДЕЛИ И ПРОЦЕДУРА ОРГАНИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ

Ракович Елизавета Витальевна, аспирант 2 года обучения кафедры гуманитарных и социальных дисциплин

Научный руководитель: **Лапшинова Кира Викторовна**, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры гуманитарных и социальных дисциплин,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область

Социальная экспертиза представляет собой процесс анализа социокультурной среды, влияющей на принятие управленческих решений. Данная статья посвящена рассмотрению процесса социальной экспертизы в рамках управления ВУЗом и ее значения для формирования эффективных стратегий, и тактик для принятия управленческих решений в рамках функционирования учебного заведения.

Экспертиза, социальная экспертиза, управленческие решения, управление в современном ВУЗе, организация социальной экспертизы управленческих решений.

MODELS AND PROCEDURE FOR THE ORGANISATION OF SOCIAL EXPERTISE IN MANAGEMENT DECISIONS IN A MODERN UNIVERSITY

Rakovich Elizaveta Vitalievna, postgraduate student of the 2d year of the Department of Humanities and Social Sciences

Scientific supervisor: **Lapshinova Kira Viktorovna**, PhD in Sociology, Associate Professor of the Department of Humanities and Social Sciences

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, Pilot-cosmonaut A.A. Leonov”, Korolev, Moscow region

Social expertise is a process of analysing the socio-cultural environment that influences managerial decision-making. This article is devoted to the consideration of the process of social expertise in the framework of university management and its importance for the formation of effective strategies and tactics for making managerial decisions in the functioning of the educational institution.

Expertise, social expertise, managerial decisions, management in modern higher education institution, organisation of social expertise of managerial decisions.

Введение

Рациональные управленческие решения – это важнейший аспект эффективного управления организацией, поскольку они могут существенно повлиять на вектор движения и развития учреждения. В ВУЗе, как и многих других организациях, существуют внешние и внутренние факторы, которые влияют на управленческие решения, они могут поспособствовать выбору наиболее успешной стратегии для управления, либо создать препятствия. Для прогнозирования последствий принятых управленческих решений и минимизации рисков необходимо проводить анализ результатов деятельности и экспертизу.

Исследования социальной экспертизы популярны среди многих ученых и специалистов уже на протяжении десятилетий, широта изучения указывает нам на междисциплинарный и комплексный характер: Н.Х. Авдеев, И.И. Ашмарин, Г.В. Иванченко, Д.А. Леонтьев, П.М. Петрунева, Д.А. Покровский, Ф.С. Сафуанов, Г. Скирбекк, Г.Л. Смолян, Г.Н. Солнцева и многие другие внесли свой вклад в изучение различных аспектов данного понятия, начиная от философских основ, заканчивая анализом форм, процедур и проектов социальной экспертизы [1].

На сегодняшний день социальная экспертиза рассматривается как метод оценки эффективности управленческих решений в современном ВУЗе. Экспертиза управленческих решений выявляет проблемы, оценивает альтернативы и помогает в создании эффективных моделей для достижения организационных целей, особое место в рамках проведения экспертной оценки управления ВУЗом занимает именно социальная экспертиза. Стоит отметить, что социальная экспертиза представляет собой процесс анализа социокультурной среды, влияющей на принятие управленческих решений. В случае университета она включает в себя оценку потребностей студентов, преподавателей, научных сотрудников, а также исследование различных аспектов влияния, таких как социокультурные тенденции, экономические условия, изменения в законодательстве и т.д. В конечном счёте социальная экспертиза управленческих решений играет важную роль в современных университетах, способствуя более эффективному и адаптивному управлению, учету интересов всех участников университетского сообщества и обеспечению качественного образовательного процесса.

Материалы и методы

В рамках исследования был проведён совокупный анализ открытых теоретических и практических материалов, проведено исследование текущей ситуации по проблематике статьи. Логико-методологическая процедура, посредством которой осуществляется переход от общего к частному, в данной работе обосновывается методом дедукции. Для формирования авторского мнения был произведён сбор и анализ теоретических данных о модели и процедурах проведения социальной экспертизы управленческих решений, его специфике в реалиях современного ВУЗа.

Результаты и обсуждение

Зачастую управленческие решения, основанные исключительно на аналитических или экономических данных, могут быть недостаточно эффективными в сложной социокультурной среде. Поэтому социальная экспертиза становится ключевым инструментом для улучшения качества принимаемых управленческих решений. Она представляет собой процесс анализа социокультурной среды, влияющей на принятие управленческих решений, при анализе учитываются внутренние и внешние факторы, влияющие на процесс принятия управленческих решений, индивидуальные и групповые факторы управленческого звена, а также учитываются толерантность к риску, доступность, качество и полнота получаемой информации. Организация социальной экспертизы включает в себя ряд ключевых моделей и процедур, которые помогают эффективно провести анализ социокультурной среды и выработать рекомендации для управленческих решений.

В первую очередь представим ключевые элементы процедуры социальной экспертизы. Она состоит из нескольких этапов и в самом обобщённом виде включает в себя планирование, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов и формирование рекомендаций, а также представление выводов и обсуждение с руководством. Поэтапно процедура социальной экспертизы управленческих решений в ВУЗе имеет следующий вид (рисунок 1):

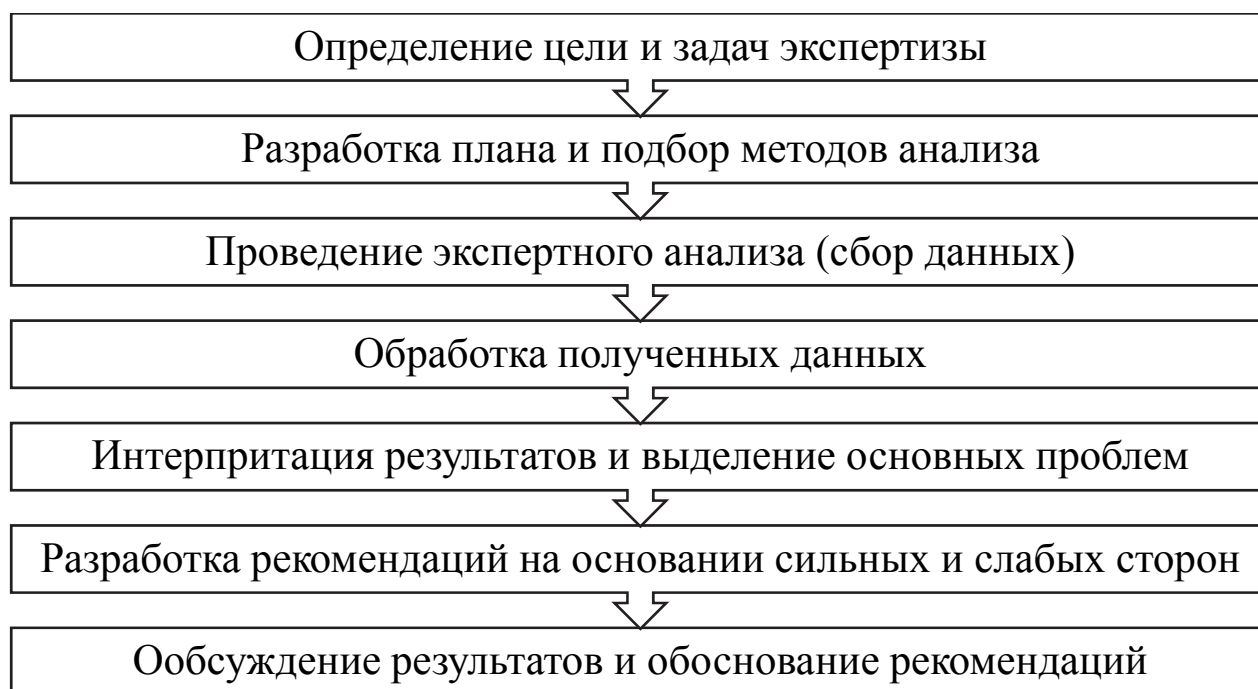


Рисунок 1 – Процедура социальной экспертизы

Представим процедуру организации социальной экспертизы и выделим ключевые особенности каждого этапа:

- планирование (данный этап представляет собой определение целей и задач социальной экспертизы, разработку методологии и плана исследования в зависимости от предмета исследования),
- сбор данных (данный этап представляет собой проведение разного рода социологических исследований, проведение эмпирических и теоретических исследований, мониторинг, анализ документов (внутренних документов университета, новых законодательных актов, касающихся деятельности университета и т.д.), сбор статистических данных)
- анализ (данный этап представляет собой обработку и интерпретацию собранных данных, выявление тенденций ключевых направлений, например, методом проведения SWOT-анализа),
- формирование рекомендаций (по итогу проведённой работы, на основании собранных и проанализированных данных выводятся наиболее успешные алгоритмы принятия управленческих решений, согласно их содержанию, разрабатываются инструкции для управляющего звена, которые будут актуальны в текущий период времени)
- формирование отчёта о результатах (подготовка и представление отчета с результатами социальной экспертизы, обсуждение выводов с управленческим составом университета, обоснование предложенных изменений) [2].

Процесс социальной экспертизы помогает выявить проблемные моменты, потребности и ожидания участников образовательного процесса и сторонних лиц, включённых в работу учреждения, что в дальнейшем способствует более качественному управлению учебным учреждением. Важно также отметить, что активное внедрение социальной экспертизы в управленческий процесс ВУЗа требует не только профессионализма социологов и исследователей, но и поддержки администрации университета, их готовность принимать и внедрять предложенные рекомендации в управленческую практику.

Далее представим более детально те факторы, которые необходимо учитывать при социальной экспертизе управленческих решений в современном ВУЗе (рисунок 2).



Рисунок 2 – Основные факторы при проведении экспертного анализа

Основные внутренние факторы:

- организационная культура (ценности, убеждения и нормы учебного заведения могут влиять на процессы принятия решений), организационная структура (иерархия, разделение труда и каналы связи влияют на то, как принимаются и реализуются решения),
- ресурсы (наличие финансовых, человеческих и технологических ресурсов может ограничить или расширить возможности принятия решений),
- стиль лидерства (лидерский подход высшего и линейного руководства влияет на процессы принятия решений и результаты) [1].

Внешние факторы:

- экономические условия (инфляция, состояние рынка труда и т.д. могут влиять на принятие управленческих решений, особенно в таких областях, как составление бюджета на учебный год, распределение грантов, открытие новых направлений),
- условия на рынке труда (инновации, предпочтения выпускников, конкуренция и отраслевые тенденции влияют на решения, связанные с маркетингом, ценообразованием и открытием, либо закрытием направлений обучения),
- правовая и нормативная среда (законы и нормативные акты на местном, национальном и международном уровнях влияют на решения, касающиеся соблюдения требований и управления рисками),
- технологические изменения (развитие технологий может создавать возможности или угрозы, которые требуют управленческих решений, связанных с инновациями, автоматизацией и цифровой трансформацией),
- политическая среда (политика правительства, стабильность и геополитические факторы могут влиять на принятие решений).

Дополнительно стоит отметить индивидуальные и групповые факторы, влияющие на управленческие решения:

- характеристики лица, принимающего решения (личные качества, опыт, предубеждения и когнитивные ограничения могут влиять на то, как менеджеры воспринимают и анализируют информацию, что приводит к различным результатам принятия решений),

- групповое мышление, динамика управления и эффективность коммуникации могут влиять на принятие решений внутри структурных подразделений учебного заведения [3].

Также всегда остаётся доля риска и неопределённости. При анализе и экспертизе данного аспекта учитывается:

- толерантность к риску (готовность руководства идти на риск влияет на принятие решений, особенно при рассмотрении неопределённых результатов),
- доступность информации (качество, актуальность и своевременность информации влияют на эффективность принятия решений, особенно в сложных или неоднозначных ситуациях) [4].

Определившись с тем набором компонентов, которые подвергаются анализу при проведении экспертизы, представим основные модели социальной экспертизы. Наиболее распространёнными моделями социальной экспертизы считаются: рецензии, мониторинг, проектная деятельность.

Рассмотрим триаду «исследование – анализ – результат» или другими словами проектную модель социальной экспертизы. Она наиболее эффективна для решения комплекса смежных задач. На этапе исследования проводится сбор информации о социокультурной среде университета, включая потребности студентов, преподавателей, администрации, а также анализируются внешние факторы. В контексте рассмотрения управления учебным учреждением, основные направления, которые интересуют экспертную группу включают в себя изменения в законодательстве, касающиеся порядка приёма абитуриентов, изменения в образовательных стандартах, формы организации учебного процесса, которые могут адаптироваться под изменчивую внешнюю среду (в связи с нестабильностью в мире, возможностью военных и эпидемиологических угроз и т.д.), спрос на конкретных специалистов, трудовую миграцию, приток населения из недавно присоединённых территорий, новые льготы для отдельных категорий граждан, адаптацию иностранных студентов и т.п.. Непосредственно сами данные анализируются с учетом целей и задач университета в конкретный период, выделяются ключевые тенденции к росту и наиболее актуальные проблемы. В результате на основе анализа формулируются рекомендации для коррекции вектора принятия управленческих решений, которые предоставляются руководству университета [5].

Рецензия – наиболее простой и распространённый метод проведения социальной экспертизы, он прост в исполнении, но имеет средний уровень достоверности, так как оценка проводится одним экспертом и анализу подлежат те данные, которые предоставляет руководство университета. Для повышения надёжности и достоверности приглашают для проведения такого рода проверки нескольких независимых внешних специалистов. Дополнительно тексты рецензий могут быть обработаны с помощью социологических методов, а также подвергаться вторичной экспертизе. После окончания работы составляются отчёты с экспертной оценкой, которые подлежат обсуждению с административным аппаратом университета, далее результаты применяются по их усмотрению.

Для пролонгированных экспертиз применяется модель «мониторинг», её проводят квалифицированные научные сотрудники, эффективность такой экспертизы повышается за счёт накопленного обширного материала по управленческой работе учреждения. Для проведения такой модели оценки необходимо разработать поэтапную инструкцию для осуществления мониторинга, инструкция должна быть применима к конкретной среде, быть воспроизводимой и отвечать запросам исследования. После проведения мониторинга, данные систематизируются, коррелируются с данными прошлых мониторингов, выводятся потенциальные и существующие возможности и угрозы. Все отчёты также предоставляются и обсуждаются с управляющим звеном.

Непрерывная коммуникация и обсуждение результатов социальной экспертизы способствуют более глубокому пониманию проблем и потребностей в конкретном

учреждении в соответствии с влияющими извне факторами, социокультурными ценностями и запросами сообщества университета. Эффективная организация социальной экспертизы требует системного подхода, вовлечения различных участников и применения разнообразных методов и инструментов исследования [6]. Важно также учитывать контекстуальные особенности университета и его целей для наиболее полного и точного анализа социокультурной среды в контексте эффективного принятия управленческих решений. Социальная экспертиза управленческих решений – это важный и весьма актуальный аспект современного управления, особенно в контексте высших образовательных учреждений.

Заключение

В настоящее время, современное образовательное учреждение стало не только местом получения образования, но и важным центром принятия управленческих решений. Организация социальной экспертизы управленческих решений в ВУЗе имеет особое значение для формирования эффективных стратегий, и тактик для принятия управленческих решений в рамках функционирования учебного заведения.

Особое внимание стоит уделять модели и процедурам проведения социальной экспертизы управленческих решений в современном вузе, обращать внимание на совокупность внешних и внутренних факторов, которые необходимо подвергать критическому анализу при проведении экспертизы. Для успешной реализации данного процесса следует применять систему, которая включает в себя несколько этапов:

Первый этап включает в себя планирование социальной экспертизы. На этом этапе определяются цели и задачи экспертизы, формируются команда исследователей, разрабатывается методика исследования, а также проводится анализ текущей ситуации в учебном заведении.

Следующим этапом является сбор и анализ данных. На данном этапе эксперты собирают информацию, проводят опросы, интервью, анализируют статистические данные и прочее для выявления ключевых проблем и потребностей сообщества университета.

Далее происходит интерпретация результатов и формирование рекомендаций. Эксперты анализируют полученные данные, выявляют тенденции развития и основные проблемы, на основе чего разрабатывают рекомендации по корректировке принципов принятия управленческих решений в университете.

И, наконец, эксперты формируют отчёты о проделанной работе, выводят наиболее существенные результаты и представляют их на обсуждение управляющему звену университета, затем уже выводятся рекомендации и руководство к действиям, согласно наиболее актуальным проблемам в текущий период времени.

Модель социальной экспертизы может применяться в разных формах, в зависимости от цели исследования, это может быть заказ рецензии, отзыва, осуществление мониторинга, разработка и реализация проекта, комплексная внешняя проверка.

Таким образом, модель и процедура организации социальной экспертизы управленческих решений в современном ВУЗе являются важными инструментами для повышения эффективности управления университетом, улучшения условий обучения и исследований, а также для создания благоприятной атмосферы для всего сообщества университета.

Литература

1. Гусарова, З.В Социальная экспертиза как технология социального управления // Общество: социология, психология, педагогика. – 2019. – №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-ekspertiza-kak-tehnologiya-sotsialnogo-upravleniya> (дата обращения: 05.05.2024).
2. Тульчинский, Г. Л. Экспертиза как социальная технология / Г. Л. Тульчинский // Экспертиза в современном мире: от знания к деятельности. - М.: Смысл. – 2006. – 12 с.

3. Фурсова, К. А. Принятие управленческих решений в университете на основе данных / К. А. Фурсова // Актуальные вопросы науки и практики и перспективы их решений / Сборник научных трудов по материалам XV Международной научно-практической конференции/ Анапа, 06 июня 2023 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе. – 2023. – С. 84-88.
4. Василенко, Л.А., Зотов, В.В., Захарова, С.А. Использование потенциала социальных медиа в становлении участвующего управления /Вестник Российского университета дружбы народов/ Серия: Социология, 20(4): 864-876. DOI 10.22363/2313-2272-2020-20-4-864-876. – 2020. – С. 22-25.
5. Зотов, В. Общественно-профессиональная экспертиза управленческих решений по социально значимым проблемам города как инструмент достижения консолидации /НОМОТНЕТІКА: Философия. Социология. Право. – 2023. – С. 682-690.
6. Власова, Т. В. Социальная экспертиза : Учебное пособие / Т. В. Власова, М. Д. Сущинская. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 153 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41256907> (дата обращения: 05.05.2024).

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Стариченков Дмитрий Игоревич, аспирант 1 года обучения кафедры информационных технологий и управляющих систем

Научный руководитель: **Шульженко Сергей Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и управляющих систем
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область

В статье рассматривается влияние цифровизации на строительную отрасль, с акцентом на степень её развития в контексте современных цифровых технологий. Особое внимание уделяется потенциалу искусственного интеллекта и его применению в строительной сфере, а также прогрессивным технологиям, использующим искусственный интеллект для повышения эффективности и качества строительных процессов.

Искусственный интеллект, улучшение условий труда.

OPPORTUNITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Starichenkov Dmitry Igorevich, 1st year postgraduate department information technology and control systems,

Scientific adviser: **Shulzhenko Sergey Nikolaevich**, Professor of the Department of Information Technologies and Control Systems

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

The article examines the impact of digitalization on the construction industry, with a focus on its level of development in the context of modern digital technologies. Special attention is given to the potential of artificial intelligence and its application in the construction sector, as well as advanced technologies that utilize artificial intelligence to enhance the efficiency and quality of construction processes.

Artificial intelligence, improvement of working conditions.

Введение

В настоящее время информационные технологии непрерывно интегрируются во все сферы жизни человека. Новые информационные технологии, которые показывают высокую эффективность в одной отрасли неизбежно интегрируются и в другие отрасли с целью повышения производительности и снижения затрат. Этот неизбежный процесс в последние годы происходит довольно стремительно и требует постоянной адаптации. Одной из таких отраслей, где цифровые технологии играют ключевую роль, является строительная индустрия.

Одной из прорывных информационных технологий, которые последовательно интегрируются во все сферы жизни человека, можно считать искусственный интеллект. Еще в середине 20 века Алан Тьюринг предложил концепцию искусственного интеллекта в своей работе «Вычислительные машины и разум». Из-за недостаточного уровня развития вычислительной техники идею не удалось реализовать сразу, однако, шли годы и

развитие как теоретических, так и практических концепций и технологий не стояли на месте и постоянно догоняли друг друга [1]. Благодаря этому, в последние десятилетия искусственный интеллект и получил широкое распространение.

Основная часть

Ведя дискуссию о важности внедрения передовых технологий в различные отрасли жизнедеятельности человека нельзя не упомянуть уровень цифровизации отраслей. Нельзя достаточно легко внедрить передовые технологии в отрасль, которая совсем не использует цифровые технологии. Чем выше уровень цифровизации отрасли, тем легче будет происходить внедрение передовых технологий, как с практической, так и с экономической точки зрения.

Цифровизация в современном мире является ключом развития для всех отраслей экономики, она открывает ряд возможностей для общества и экономики, предлагая новый подход к ведению предпринимательской деятельности. Исследований по важности цифровизации большое количество, однако, изменения, которые с ней связаны можно назвать радикальными. Цифровые инструменты способствуют модификации бизнес-моделей предприятий, создавая новые каналы распределения и новые способы создания и доставки ценности [2].

Строительная индустрия, как одна из ключевых сфер, должна быть достаточно развита с точки зрения цифровизации, чтобы вовремя внедрять новые перспективные технологии для более быстрого и практического развития. Переход к рассмотрению цифровизации в строительной индустрии позволяет понять, насколько важно активно внедрять новые технологии в этот ключевой сектор экономики.

Согласно отчету Высшей школы экономики от 2024 года, где был проведен анализ отраслей за 2022 год, строительная отрасль является одной из наиболее плохо развитых отраслей в России [3]. Данные приведены в таблицах №1 и №2.

Таблица 1 - Процент использования информационных технологий в различных отраслях экономики России 2022 г. (часть 1)

	Технологии сбора, обработки и анализа больших данных	Облачные сервисы	Центры обработки данных	Цифровые платформы	Геоинформационные системы	Интернет вещей
Сельское хозяйство	23.7	25.5	12.8	9.1	15.6	11.9
Добыча полезных ископаемых	25.6	20.0	13.9	10.6	16.9	13.9
Обрабатывающая промышленность	32.9	30.7	17.9	14.3	11.5	15.6
Обеспечение энергией	25.2	23.5	13.7	13.4	17.6	16.5
Водоснабжение, водоотведение, утилизация отходов	26.1	27.0	14.2	9.3	14.3	12.9
Строительство	20.2	20.5	10.9	8.8	8.8	9.2
Оптовая и розничная	57.1	40.7	31.0	28.2	22.4	13.8

	Технологии сбора, обработки и анализа больших данных	Облачные сервисы	Центры обработки данных	Цифровые платформы	Геоинформационные системы	Интернет вещей
торговля						
Транспортировка и хранение	28.9	23.1	15.7	14.1	15.8	11.2
Гостиницы и общественное питание	31.9	29.9	17.4	12.3	6.9	12.7
Информация и связь	41.3	34.5	22.4	21.3	13.5	13.0
Отрасль информационных технологий	45.4	35.9	24.6	22.6	10.9	11.7
Финансовый сектор	47.7	33.8	25.9	26.9	20.4	8.8
Операции с недвижимым имуществом	18.1	19.6	9.8	7.2	6.5	7.0
Профессиональная, научная и техническая деятельность	20.6	23.6	11.2	9.4	8.1	6.7
Высшее образование	33.7	46.7	18.3	32.3	19.0	16.2
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	30.6	36.3	16.6	16.1	13.0	11.4
Культура и спорт	16.7	25.1	9.1	7.4	5.9	7.0
Государственное управление, социальное обеспечение	17.1	23.6	9.3	8.9	10.0	5.4

Таблица 2 - Процент использования информационных технологий в различных отраслях экономики России 2022 г. (часть 2)

	RFID-технологии	Технологии искусственного интеллекта	Промышленные роботы / автоматизированные линии	Аддитивные технологии	«Цифровой двойник»
--	-----------------	--------------------------------------	---	-----------------------	--------------------

	RFID-технологии	Технологии искусственного интеллекта	Промышленные роботы / автоматизированные линии	Аддитивные технологии	«Цифровой двойник»
Сельское хозяйство	9.4	4.7	4.8	0.8	1.0
Добыча полезных ископаемых	16.0	3.4	3.6	1.0	2.1
Обрабатывающая промышленность	19.1	5.5	19.0	5.6	3.5
Обеспечение энергией	14.1	4.8	1.6	0.7	2.1
Водоснабжение, водоотведение, утилизация отходов	8.7	5.6	2.4	0.8	1.3
Строительство	8.4	3.4	1.7	0.7	1.8
Оптовая и розничная торговля	12.2	15.4	2.8	1.1	1.1
Транспортировка и хранение	14.7	5.1	1.7	1.1	1.2
Гостиницы и общественное питание	11.3	3.9	4.2	0.7	0.8
Информация и связь	14.1	10.1	1.6	1.4	1.7
Отрасль информационных технологий	12.8	8.6	1.5	1.5	2.1
Финансовый сектор	12.2	7.7	0.6	0.5	0.6
Операции с недвижимым имуществом	6.7	3.8	0.9	-	-
Профессиональная, научная и техническая деятельность	6.4	3.9	1.1	1.9	1.7
Высшее образование	30.0	10.2	4.8	19.3	6.2
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	8.3	5.5	1.2	0.8	0.9
Культура и спорт	5.6	4.1	0.6	0.9	0.8
Государственное управление, социальное	4.6	3.6	0.6	0.6	0.8

	RFID-технологии	Технологии искусственного интеллекта	Промышленные роботы / автоматизированные линии	Аддитивные технологии	«Цифровой двойник»
обеспечение					

Согласно данным из таблицы, показатели строительной отрасли по всем категориям, кроме категории «цифровой двойник», находятся ниже средних значений по категориям, хотя наиболее популярными технологиями в промышленности за 2020 год являются роботы, искусственный интеллект и машинное обучение [4]. Низкий уровень развития цифровизации строительной отрасли можно считать предпосылкой для информационного развития всей строительной отрасли целиком. Цифровая трансформация строительной отрасли будет способствовать решению системных проблем во всей отрасли, а также приведет к реорганизации трудовых процессов, и автоматизации рутинных задач [5]. Внедрение передовых технологий в строительную отрасль остается относительно низким по сравнению с некоторыми другими секторами, что указывает на потенциальные возможности для улучшения эффективности и инноваций в этой области.

После анализа данных таблиц становится ясно, что применение передовых информационных технологий, таких как искусственный интеллект в строительной отрасли, все еще находится на начальной стадии развития. Однако, уже сегодня можно выделить несколько решений, которые находят применение и активно внедряются, и используются на строительных площадках.

Среди прогрессивных информационных технологий в строительной области можно выделить BIM проектирование зданий. В проект может учитывать весь жизненный цикл здания, начиная от проектирования, конструкторских расчетов и учета материалов до его сноса и утилизации. Однако разработчики BIM не стоят на месте, и в настоящее время внедряют в свое программное обеспечение функции использования искусственного интеллекта, которые отвечают за устранение обще и дорогостоящей работы – дублирование работы отдельных команд над общим проектом. Технологии искусственного интеллекта также помогают визуализировать объемные проекты в 3D модели. Примером такого программного обеспечения можно считать Revit.

Некоторые компании идут еще дальше и реализуют более впечатляющие проекты. Среди таких инноваций можно выделить компанию Droxel, которая использует искусственный интеллект для отслеживания и качества выполненных работ в режиме реального времени. Это стало возможно благодаря активному развитию технологий компьютерного зрения, которое различает объекты на строительной площадке и сравнивает их с проектной BIM моделью. Для работы данной системы на касках работников располагается камера с обзором 360 градусов, которая отслеживает текущее местоположение работника и сопоставляет его с локацией в проекте. После этого камера распознает строительные объекты в зоне видимости и оценивает степень выполнения работы. Данный функционал позволяет отслеживать график выполнения работ на

строительной площадке, что в свою очередь значительно облегчает работу руководителям проекта. Пример работы программного обеспечения приведен на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 - Пример сопоставления проекта в BIM и на строительном объекте



Рисунок 2 - Пример визуализации отслеживания выполнения работ на строительной площадке

Примером еще одной технологии, основанной на распознавании изображений, можно считать нейронные сети для предотвращения нарушения техники безопасности на строительных объектах. Принцип работы сети достаточно прост, она в режиме реального времени отслеживает различные объекты экипировки СИЗ на сотрудниках на строительных объектах, и в случае выявления нарушений подает сигнал в диспетчерскую.

Заключение

Искусственный интеллект открывает большие возможности для улучшения и развития строительной отрасли. Несмотря на необходимость большого количества инвестиций, применение искусственного интеллекта в строительной отрасли должно привести к улучшению эффективности, качества и безопасности строительных объектов. Следовательно, дальнейшее развитие технологий искусственного интеллекта в строительной области является необходимым шагом для сохранения конкурентоспособности. Использование технологий искусственного интеллекта может сократить срок выполнения проектов, сократить издержки, повысить качество работ и уровень безопасности на строительной площадке.

Литература

1. Вознюк П.А. История развития и современное состояние искусственного интеллекта // Globus: Технические науки. 2019. №3. С.11-19.
2. Коровин Г. Б. (2023). Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ. Экономика региона, 19(1). С. 60-74.
3. Цифровая экономика: 2024 : краткий статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 124 с.
4. Лепеш Г.В. Цифровая трансформация промышленного сектора экономики // Техно-технологические проблемы сервиса. 2022. № 2(60). С. 3-15.
5. Кокова С.Ф., Дышекова А.А. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // Журнал прикладных исследований. 2022. Т.7. №6. С. 577-585.

УДК 629.7.018

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОЧНОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

ИЗДЕЛИЙ РКТ НА УНИВЕРСАЛЬНОМ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОМ СТЕНДЕ

Тихонов Владимир Андреевич, аспирант 3 года обучения кафедры управления качеством и стандартизации

Научный руководитель: Антипова Татьяна Николаевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры управления качеством и стандартизации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королёв, Московская область

Рассмотрен принцип работы универсального переналаживаемого стенда с автоматизированной системой управления нагружением для прочностных испытаний крупногабаритных изделий. Процесс нагружения считается идеальным, если система реагирует только на управляющий сигнал оператора и проявляет устойчивость к воздействию возмущающих факторов. Однако, в испытательном стенде управляющий сигнал реализуется через цепь элементов, каждый из которых подвержен шуму, что в свою очередь отражается на формировании воздействующих сил на объект испытаний. Цель – минимизировать воздействия возмущений для повышения качества получаемой информации об изделии.

Универсальный переналаживаемый стенд, квазистатическое нагружение, циклические нагрузки, возмущающие факторы.

THEORETICAL PROVISIONS OF THE METHOD OF STRENGTH TESTING OF RCT PRODUCTS ON A UNIVERSAL CHANGEABLE STAND

Tikhonov Vladimir Andreevich, postgraduate student of the third year of study at the Department of Quality Management and Standardization

Scientific supervisor: **Antipova Tatiana Nikolaevna**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Quality Management and Standardization
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, Pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

The principle of operation of a universal changeable stand with an automated loading control system for strength testing of large-sized products is considered. The loading process is considered ideal if the system reacts only to the operator's control signal and shows resistance to disturbing factors. However, in the test bench, the control signal is implemented through a chain of elements, each of which is subject to noise, which in turn affects the formation of influencing forces on the test object. The goal is to minimize the effects of disturbances to improve the quality of information received about the product.

Universal changeable stand, quasi-static loading, cyclic loads, disturbing factors.

Проведение прочностных испытаний крупногабаритных изделий с реализацией квазистатических нагрузок на универсальном переналаживаемом стенде в условиях параметрической неопределенности представляет собой решение задач, включающих в себя: анализ исходных данных представленных в виде требований заказчика к испытаниям; моделирование облика экспериментальной установки с учётом особенностей геометрических форм и размеров макетов; обеспечение реализации заданных силовых воздействий на испытываемые объекты; получение достоверной информации о характеристиках изделий, на основании проведённых испытаний; выдача

корректного заключения о прочности, отражающее действительные оценки об изделиях.

По опыту испытаний, проводимых на стенде, выявлены возмущения, которые оказывают влияние на качество получаемой информации об изделиях в рамках опытно-конструкторской работы. Большинство возмущений выявляются на этапе подготовки к испытаниям. В ходе подготовки проверяется корректность монтажной схемы и особенность работы экспериментальной установки, а также тестируются испытательные средства и алгоритмы работы программного обеспечения, подготовленных для испытаний. Однако, в ходе испытаний происходят процессы, когда уровень нагрузок отклоняется от заданных значений, что может привести к нежелательным последствиям в виде преждевременного разрушения или повреждения дорогостоящего изделия и задержки выполнения опытно-конструкторской работы [1].

Испытательный процесс крупногабаритных изделий как объект управления предлагается реализовать в структуре параметров «вход- выход». В рассматриваемом динамическом процессе входные параметры можно разделить на регулируемые, относящиеся к управлению процесса нагружения, и нерегулируемые, относящиеся к характеристикам испытательного оборудования и экспериментальной установки, в то время как выходные параметры относятся к качеству получаемой информации об изделии в рамках реализованного силового фактора с последующим измерением полученной деформации и перемещений. В общем виде структурную схему испытательного процесса можно представить в виде модели «чёрного ящика», представленного на рисунке 1.

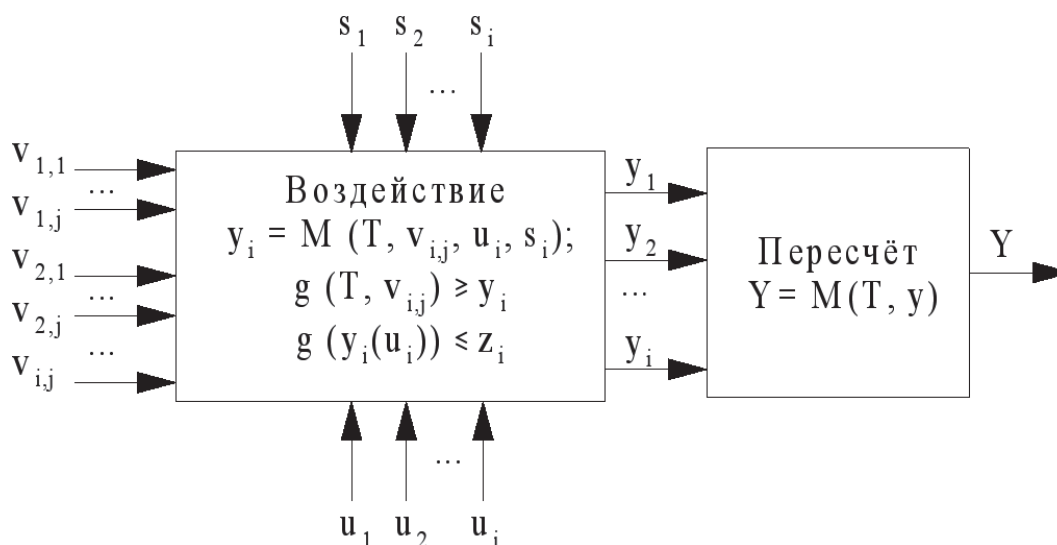


Рисунок 1 – Параметрическая схема испытательного процесса

$M(\cdot)$ – оператор модели испытательного процесса;

$g(\cdot)$ – оператор ограничений, установленных в процессе испытаний;

T – схема испытательного процесса;

$v_i = (v_{1,j}, v_{2,j}, \dots, v_{i,j}), v_i \in V_i$ – вектора характеристик используемых средств;

$u = (u_1, u_2, \dots, u_i), u \in U$ – вектор параметров управления;

$s = (s_1, s_2, \dots, s_i), s \in S$ – вектор возмущающих факторов;

$y = (y_1, y_2, \dots, y_i), y \in Y$ – вектор реализованного силового воздействия в точке;

$z = (z_1, z_2, \dots, z_i), z \in Z$ – вектор ограничений;

Y – результирующее силовое воздействие (силовой фактор).

В соответствии с рисунком 1 испытательный процесс делится на два блока. В

блоке «Воздействие» реализуются непосредственные механические силовые воздействия y_i к испытываемому объекту через гидравлические силовозбуждающие органы, управляемые током u_i . В спроектированной схеме испытательного процесса T подбираются подходящие элементы оснастки для индивидуальной экспериментальной установки с учётом геометрических особенностей изделия и испытательного случая. В собранную экспериментальную установку включаются силовозбуждающие органы с определёнными характеристиками V_i , необходимыми для реализации механического воздействия в точке приложения силы к изделию. В процессе испытаний данный блок подвергается возмущающим воздействиям S , которые создают вероятность в отклонении сил в точках от заданных значений. Для каждой силовой точки устанавливаются ограничения по току Z , которые создают верхний предел нагнетаемого давления в магистрали канала нагружения, тем самым программно обеспечивая защиту от нежелательного увеличения силы в точке механического воздействия y_i . Обобщая можно сказать, что в данном блоке через управляемый ток гидравлическая энергия преобразуется в механическую при помощи силовозбуждающих органов.

В блоке «Пересчёт» проводится математическая операция, высчитывающая оценочную информацию в виде результирующего силового воздействия Y , получаемого через аргументы y_i и с учётом особенностей схемы испытательного процесса T . В следствии этого результаты блока «Пересчёт» зависят от получаемых значений из блока «Воздействие», тем самым выделяя его как объект исследования. Таким образом, математическую модель блока

«Воздействие», описывающую процесс формирования силового воздействия на изделие, можно представить в виде функции параметров управления, характеристик используемых средств в процессе испытаний и возмущающих факторов

$$y_i = M(u_1, \dots, u_i; v_{i,1}, \dots, v_{i,j}; s_1, \dots, s_i), \quad (1)$$

где

u_i – ii -й параметр управления силовой точки;

$v_{i,j}$ – jj -я характеристика используемого средства в i -й силовой точке;

s_i – ii -й возмущающий фактор.

Процесс испытаний крупногабаритных изделий на прочность при квазистатическом нагружении включает в себя множество операций, которые базируются на взаимодействии методов различной физико-химической природы, что затрудняет получение адекватной аналитической модели. Поэтому для получения математических моделей для управления силовым воздействием целесообразней применять экспериментальный подход.

Вывод о затруднениях в получении адекватной аналитической модели связан с рассматриваемой сложной системой, такой как универсальный переналаживаемый стенд, предназначенный для проведения статических и ресурсных испытаний крупногабаритных изделий, на котором реализуются силовые факторы: осевой и поперечной сил, изгибающего и крутящего моментов при помощи гидравлической системы нагружения, применяемой в качестве силовозбудителя. Модель стенда представлен на рисунке 2.

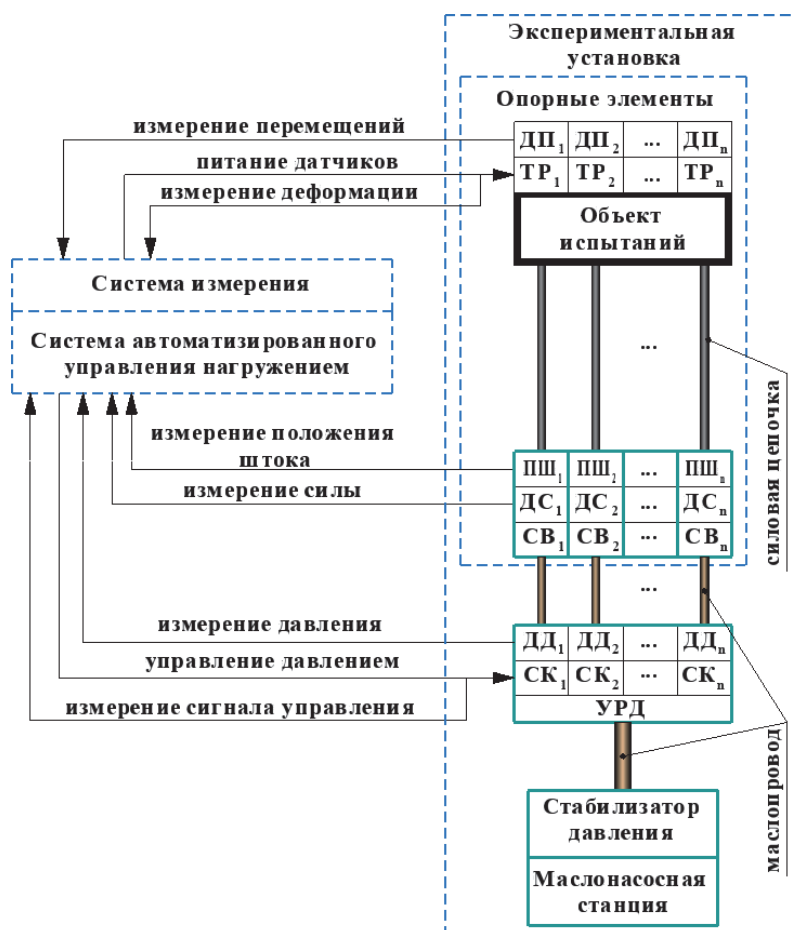


Рисунок 2 – Модель стэнда

Пояснение к рисунку 2: ДП – датчик перемещения, ТР – тензорезистор, ПШ – датчик измерения положения штока, ДС – датчик силы, СВ – силовозбудитель (гидроцилиндр), УРД – устройства редуцирования давления, ДД – датчик давления, СК – сервоклапан.

Поскольку большинство возмущающих факторов являются неуправляемыми, изучить их воздействие в ходе планируемого эксперимента представляется затруднительным. Поэтому следует сначала построить математические модели зависимостей реализовывающегося силового воздействия от параметров управления и характеристик используемых средств в процессе испытаний, а воздействие возмущающих факторов исследовать отдельно. Тогда математическая модель, описывающая процесс формирования силового воздействия в точке на изделие, может быть представлена выражением

$$y_i = \mathfrak{M}(u_1, \dots, u_i; v_{1,i}, \dots, v_{i,i}). \quad (2)$$

Реализация силового воздействия y_i зависит от параметра управляющего сигнала u_i и характеристик используемых испытательных средств $v_{i,i}$. Величина управляющего сигнала – это ток, подаваемый на управляющий орган, увеличение которого пропорционально увеличению давления в магистрали и полости силовозбуждающей точки. Стоит также отметить, что силовозбуждающие элементы – это гидроцилиндры, которые характеризуются пропорциональной линейной зависимостью силы механического воздействия от нагнетаемого давления. Рассмотрение характеристик используемых испытательных средств $v_{i,i}$ считается индивидуальным для каждой экспериментальной установки, случая нагружения и в зависимости от вида запланированных испытаний.

Процесс нагружения считается идеальным, если система реагирует только на управляющий сигнал оператора и проявляет устойчивость к воздействию возмущающих факторов. Однако, в испытательном стенде управляющий сигнал реализуется через цепь элементов, каждый из которых подвержен «шуму», что в свою очередь отражается на формировании воздействующих сил на объект испытаний. На рисунке 3 представлена классификация возмущающих факторов, которые обладают воздействующим эффектом на процесс испытаний.

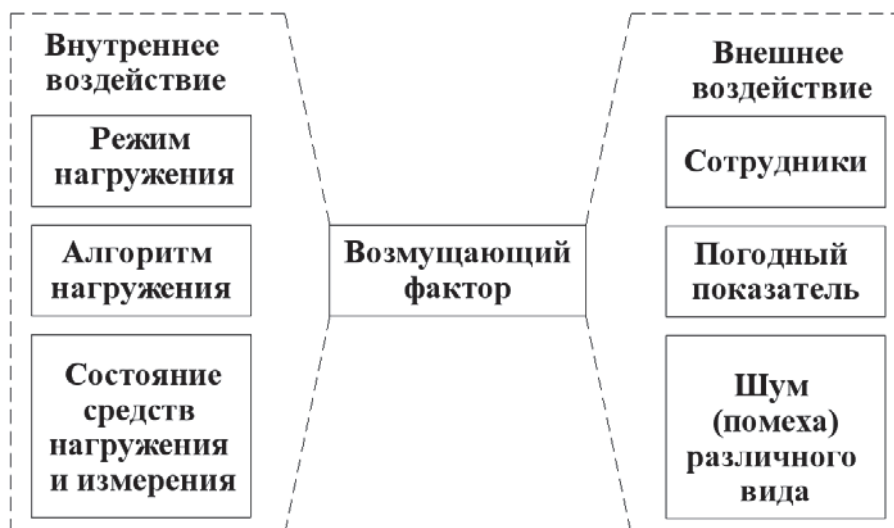


Рисунок 3 – Классификация возмущающих факторов

Наибольший интерес представляют факторы внутреннего воздействия, т.к. факторы внешнего воздействия по условиям проведения испытаний должны быть на уровне допустимых значений (в пределах допустимых норм). Например, сотрудники имеют должную квалификацию и допущены к работам со стендом; температура, влажность воздуха и атмосферное давление в лабораторном зале должны находиться в пределах допустимых значений в соответствии с нормативными документами по испытаниям; различные помехи по типу электрических шумов, электромагнитных воздействий и прочее должны проявлять себя в пределах допустимых норм в соответствии с требованиями по эксплуатации испытательного оборудования и методик измерений.

Алгоритм нагружения на стенде имеет следующий порядок: автоматизированная система управления нагружением (АСУН) формирует заданный оператором уровень подаваемого тока в сервоклапане (СК) для регулировки положения золотника в его гильзе, тем самым обеспечивая необходимое давление на выходе СК в маслопроводе. Все это делается через специальное подготовленное программное обеспечение, в котором через введенные данные по силе и характеристикам силового возбудителя (СВ) формируются исходные данные для АСУН. Выходная рабочая жидкость из СК поступает в СВ по маслопроводу. Заполняемая полость СВ рабочей жидкостью приводит в движение шток с поршнем, через который осуществляется передача силового воздействия на испытываемое изделие по силопередающей оснастке. Замкнутый в цепь силопередающей оснастки датчик силы (ДС) фиксирует напряжение, которое по обратной связи передается в АСУН.

Поступившая информация в АСУН преобразует сигнал напряжения в силу по формуле (3) сравнивая уровень достигнутых нагрузок с заданным. В случае выявленных несоответствий по нагрузкам и в зависимости от установленного коэффициента регулятор, выполняется регулировка подачи тока в сервоклапан для получения нужной силы в точке нагружения до заданных значений, установленных в программе

нагружения. Формирование управляющего сигнала в виде тока происходит через преобразование (интерполяцию) необходимого давления для СВ в ток для СК [2, 3].

$$\frac{FF_{\text{ВПИ}} * (UU_{\text{ИЗМ}} - UU_0)}{FF_{\text{ИЗМ}} - UU_{\text{ПИТ}} * K}, \quad (3)$$

где

$FF_{\text{ИЗМ}}$ – измеряемое значение силы, тс;

$FF_{\text{ВПИ}}$ – верхний предел ДС, тс;

$UU_{\text{ИЗМ}}$ – значение выходного сигнала ДС, мВ;

UU_0 – значение выходного сигнала ДС без нагружения, мВ;

$UU_{\text{ПИТ}}$ – значение напряжения питания ДС, В;

KK – коэффициент чувствительности ДС.

Режимы квазистатического нагружения разделяются на поэтапное и циклическое нагружение (ресурсное нагружение). Рассматривать проявляющиеся возмущения лучше в процессе ресурсного нагружения, т.к. их проявление чётко видно на графиках сил и в поведении самого стенда. При поэтапном нагружении система реализовывает силовое воздействие медленно и плавно проявляя стабильность в процессе реализации и устойчивость к возможным возмущениям.

Воздействующими факторами в отклонении от заданного уровня нагрузок являются: взаимное влияние гидроцилиндров друг на друга, индивидуальные особенности гидроцилиндра, длина подведённого маслопровода к гидроцилиндру, особенности силовопередающей оснастки (наличие упругих элементов для демпфирования или жесткое крепление составных частей силовопередающей оснастки), непосредственно испытываемый объект, частота реализации циклического нагружения, количество циклов на один сеанс и установленная амплитуда сил при циклическом нагружении.

Пример проявления возмущений в экспериментальной установке в процессе испытаний представлен в работе [4].

Одним из наиболее важных аспектов является сохранение испытываемого объекта от воздействия неучтённых факторов, которые оказывают влияние на качество получаемой информации об изделии в рамках опытно-конструкторской работы. Результаты приведённых исследований являются теоретическими положениями методики прочностных испытаний изделий РКТ на универсальном переналаживаемом стенде.

Литература

1. Антипова Т.Н., Тихонов В.А. Применение робастного параметрического проектирования для автоматизированной системы управления прочностными испытаниями // Информационно-технологический вестник. 2023. № 1(35). С. 92-100.
2. Е.В. Васюков, А.И. Гайваронский, Д.А. Данилова и др. Опыт применения автоматизированной системы управления нагружением при статических и ресурсных испытаниях конструкции ракетной и космической техники // Космонавтика и ракетостроение, 2014. Выпуск 3(76). С 29-33.
3. С.А. Владимиров, А.В. Тимошина Автоматизация экспериментальной отработки ресурсной прочности ракетно- космической техники // Космонавтика и ракетостроение, 2019. Выпуск 3(108). С. 76-87.
4. Васюков Е.В., Плотникова Ю.Д., Тимошин А.С., Тимошина А.В., Тихонов В.А., Шиврин М.В. Метод компенсации возмущающих сил в гидравлической системе испытательного стенда при реализации знакопеременного циклического нагружения // Космонавтика и ракетостроение. 2024. № 1(134). С. 76-81.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИНЦИПАХ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Толкачева Анна Владимировна, аспирант 2 года обучения кафедры управления
качеством и стандартизации

Научный руководитель: **Антипова Татьяна Николаевна**,
д-р тех. наук, доцент, профессор кафедры управления качеством и стандартизации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя
Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королёв, Московская область

*Анализируются сущностные характеристики опережающей стандартизации.
Проведен анализ ситуации в области стандартизации фотоники. Изучены особенности
опережающей стандартизации, применяемой в сфере лазерных технологий.*

Опережающая стандартизация, лазерные технологии.

MODERN CONCEPTS OF THE PRINCIPLES OF ADVANCED STANDARDIZATION IN LASER TECHNOLOGIES

Tolkacheva Anna Vladimirovna, graduate second year of the Department of Quality
Management and Standardization

Scientific adviser: **Antipova Tatiana Nikolaevna**, Doctor of Technical Sciences, docent,
professor of the Department of Quality Management and Standardization
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Technological University
named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow
region

*The article analyzes the essential characteristics of advanced standardization. The
analysis of the situation in the field of photonics standardization is carried out. The features of
advanced standardization applied in the field of laser technologies are studied.*

Advanced standardization, laser technologies.

Применение стандартов играет важную роль во внедрении новых технологий, модернизации производства и повышении конкурентоспособности продукции на российских предприятиях за счет систематизации и регламентирования требований к продукции и технологиям. Стандартизация неразрывно связана с техническим регулированием и оценкой соответствия.

Стандарт и качество – понятия одного ряда. Без эффективных стандартов невозможно выпускать конкурентоспособную и инновационную продукцию, наращивать производственный и технологический потенциал. Благодаря стандартам создаются новые механизмы, направленные на появление передовых отраслей, внедрение инноваций, масштабирование наилучших практик, развитие сквозных технологий в различных отраслях промышленности. Эти задачи установлены в соответствии с Концепцией технологического развития на период до 2030 года, утвержденной Правительством РФ [1].

В [1], как в правовом документе, впервые после упразднения советской системы стандартизации, указано опережающее развитие стандартизации.

Рассмотрим данный документ подробнее. В Стратегии «опережающее развитие стандартизации и системы оценки соответствия» указано одним из мероприятий и механизмов технологической политики. Вызовами, стоящими перед отраслями

промышленности выделено «опережающее технологическое развитие». А «создание условий для опережающего развития научно-исследовательской деятельности и непрерывного совершенствования технологий и продукции в соответствии с потребностями рынка, в том числе путем внедрения прорывных научно-технологических компетенций» является одним из приоритетных направлений развития производства социально значимых товаров.

Задачей опережающей стандартизации становится стимулирование НИОКР на основании требований и потребностей каждой отдельной отрасли промышленности и закрепление полученных достижений в стандартах, так как от отраслей требуется стремительное внедрение инноваций в промышленность. Таким образом, в настоящее время акцент делается на задание и закрепление в нормативных документах перспективных и достижимых в ближайшее время требований и методов их достижения для повышения качества отечественной продукции.

Понимание термина «опережающая стандартизация» в современных реалиях несколько отличается от понятия, которое было дано в советской теории стандартизации.

Идея опережающей стандартизации была впервые выдвинута в монографии Я. Феника [2], изданной в 1970 г. И ещё в конце 70-х – 80-х гг. прошлого столетия разработанные рекомендации по опережающей и перспективной стандартизации, в основном, были реализованы. Достижения советской стандартизации были общепризнаны во всем мире.

Опережающая стандартизация позволяла научно-исследовательским, проектно-конструкторским и другим организациям своевременно подготовиться к внедрению новых технических и технологических разработок при помощи стандартов, в которых устанавливались перспективные значения показателей качества, оптимальные в планируемом интервале времени. Научно-технической базой опережающей стандартизации являются результаты фундаментальных и прикладных исследований, открытия и изобретения, учрежденный для реализации, способы эффективной оптимизации показателей объектов сертификации и прогнозирование потребностей народного хозяйства и населения в определенной продукции.

Основную роль в опережающей стандартизации выполняет прогнозирование как способ поиска и установления перспективных показателей рассматриваемого объекта [3].

Если представить систему стандартизации РФ в качестве основы и правопреемницы стандартизации Советского Союза можно использовать не утратившую актуальность ранее выпущенную нормативно-техническую документацию по данной теме. Предложенные в рекомендациях методы, по нашему мнению, не потеряли своей практической ценности и поэтому могут быть применимы и в наши дни. Однако для успешного использования в настоящее время потребуется их доработка в целях актуализации некоторых положений с учётом рыночной конъюнктуры, сложившейся в данной области деятельности.

Ретроспективный анализ системы стандартизации Советского Союза показывает следующее. В СССР прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения осуществляли академические и отраслевые научно-исследовательские, опытно-конструкторские, проектно-технологические и другие специализированные организации, непосредственно выполняющие НИР или НИОКР по разработке стандартов с перспективными требованиями совместно с базовыми (головными) организациями по стандартизации. Для этой цели осуществлялось целевое финансирование за счёт госбюджетных средств. Периодичность разработки прогнозов зависела от сроков пересмотра стандартов, содержащих перспективные требования к продукции. Сроки пересмотра и переиздания стандартов находились под контролем со стороны государственных надзорных органов и поэтому, как правило, неукоснительно выполнялись.

В современных условиях рыночной экономики, сложилась ситуация, при которой, разработка и пересмотр стандартов должны осуществляться, по инициативе органа по стандартизации, заинтересованными организациями в зависимости от потребностей и состояния экономики, а также развития научного прогресса.

Действующие рекомендации Р 50-54-47-88 [4] устанавливают последовательность работ по формированию научно обоснованной прогнозной информации о предъявлении научно обоснованных и реально достижимых требований к техническому уровню объекта перспективной стандартизации.

В [4] рекомендуется начать прогнозирование с выбора объекта стандартизации. Однако необходимо учитывать, что продукция, нуждающаяся в стандартизации, в современных реалиях, выявляется рынком, главным образом (в основном) посредством маркетинговых исследований. Средствами стандартизации наиболее актуальные объекты классифицируются, унифицируются и каждому устанавливаются конкретные аспекты стандартизации. При разработке стандартов с перспективными требованиями, основной задачей прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения, является получение и отражение научно обоснованной и достоверной информации о номенклатуре и значениях этих показателей для формирования требований к техническому уровню продукции в разрабатываемых стандартах.



Рисунок 1 – Блок-схема системы прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения [4]

В условиях современного промышленного производства опережающая стандартизация может устанавливать перспективные параметры как для объекта в целом, так и для его компонентов или определенных показателей: характеристик объекта производства (производительность, точность и др.), надежности (наработка на отказ,

безотказность и др.), себестоимости, удобства при эксплуатации, экологичности, снижения рисков возникновения аварийных ситуаций при эксплуатации и др.

Развитие современного производства обуславливает все возрастающее внедрение наукоемких технологий. К ним относится лазерная обработка материалов. Такая обработка является одной из технологий, которые определяют современный уровень производства в промышленно развитых странах. Использование лазерной обработки материалов позволяет обеспечить высокое качество, получаемых изделий, заданную производительность процессов, экологическую чистоту, а также экономию людских и материальных ресурсов. Наука о лазерах и лазерной технологии является бурно развивающейся областью знаний. В результате этого существенно расширился диапазон выполняемых функций лазерной техники. Наряду с увеличением производительности и качества традиционных лазерных технологических процессов обработки были разработаны новые процессы, обеспечивающие общий прогресс развития теории и практики в технологии машиностроения [5].

Применение принципов опережающей стандартизации в фотонике – это объективная потребность, в связи с быстрым развитием техники и технологии, а также повышением требований к качеству обрабатываемых материалов и конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Современная ситуация в стандартизации фотоники выявила недостаточность стандартов по лазерным промышленным технологиям и лазерному оборудованию. На 01.01.2024 года утверждено 45 стандартов на лазерные технологии (рисунок 2).

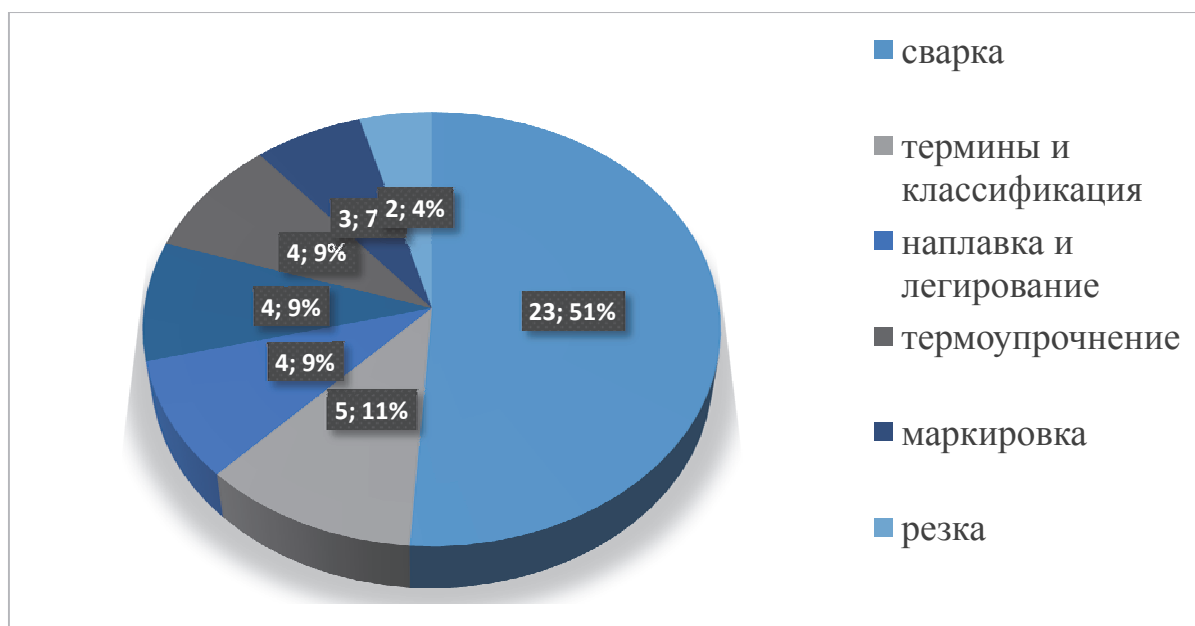


Рисунок 2 – Количество стандартов по лазерным технологиям

Из рис. 2 следует, что половина действующих стандартов посвящена лазерной сварке (51%), одинаковое количество стандартов посвящено лазерной наплавке и термоупрочнению (по 9% на каждую технологию). Это показывает, что лазерная сварка является наиболее востребованным и ответственным технологическим процессом, нуждающимся в строгой и конкретной регламентации.

Существующие документы не только не охватывают все грани применения лазерных технологий, но, тем более, не содержат перспективных требований к лазерному оборудованию и продукции изготавливаемой с его помощью.

Ключевые цели разработки стандартов в 2024 г. — технологический суверенитет, цифровизация и устойчивое развитие. По словам руководителя Росстандарта А.П. Шалаева, реализация ПНС в 2024 г. направлена на содействие промышленности в

создании и внедрении инноваций, локализации производств, масштабировании наилучших практик и развитии сквозных технологий [6].

В настоящее время ведется активная работа по стандартизации в области фотоники. В ПНС на 2024 год по заявлениям от организаций была включена 23 тема для разработки стандартов на лазерные технологии (рис. 3).

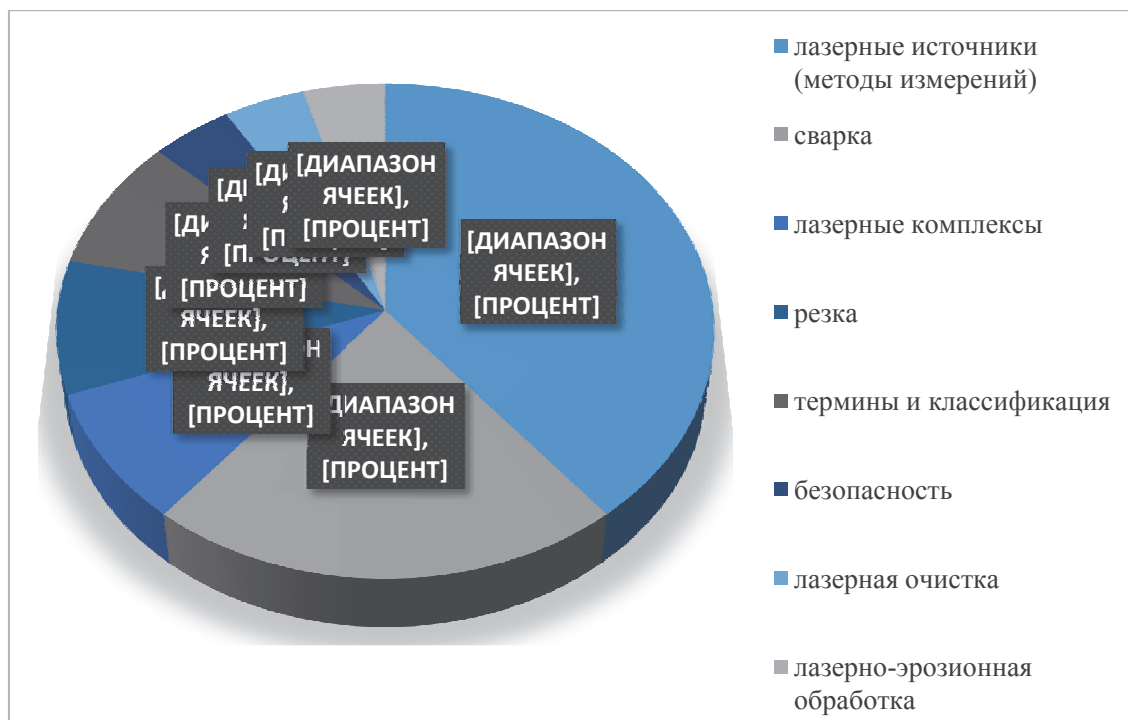


Рисунок 3 – ПНС – 2024 в сфере лазерных технологий

Из рис. 3 следует, что акцент распространяется в примерно равной степени на лазерные технологии и источники лазерного излучения. Следует отметить, что ПНС содержит разработку принципиально новых стандартов на такие лазерные технологии как лазерная очистка, лазерно-эрозионная обработка, лазерно-плазменные технологии (правда только в формате классификации) и модификацию стандарта ISO на гибридную лазерно-дуговую сварку.

Однако, судя по первым редакциям и содержанию проектов ГОСТов, в итоге такой деятельности по реализации ПНС-2024 далеко не так всё гладко и прозрачно. Со стороны предприятий разработчиков и производителей лазерного оборудования возникают логичные вопросы по поводу актуальности и полноты требований, изложенных в данных проектах стандартов.

По типам лазерных источников для технологических применений больше половины приходится на волоконные лазеры постепенно вытесняют все другие типы лазеров (52% продаж пришлось в 2021 году [7]). Однако ни один из действующих или предложенных к разработке стандартов не рассматривает особенности волоконных лазеров.

Задачи стандартизации в области фотоники, можно обозначить как актуализацию национальных стандартов с учетом новых тенденций в развитии науки и техники, а также обеспечение внедрение в промышленность сложных функциональных блоков отечественной разработки.

Основой для опережающей стандартизации являются потребности (нужды) потребителей, необходимо проведение работ по разработке стандартов на лазерные технологии с учетом требований потребителей, свидетельствующих о необходимости внедрения инноваций и модернизации производства. Весьма целесообразным, по нашему

мнению, будет введение понятия «лазерная продукция», характеризующего продукцию, полученную в результате технологической обработки с использованием воздействия лазерного излучения.

Удовлетворение потребителя зависит от качества продукции, следовательно, качество продукции – это степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям. Качество может быть оценено с помощью совокупности показателей. Показатели качества — количественная или качественная характеристика одного или нескольких свойств объекта, составляющих его качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям его создания и использования. Существуют классификации показателей качества по различным признакам. С учетом рекомендаций системы стандартов «Система показателей качества продукции (СПКП)», показатели качества лазерной продукции включают: эксплуатационные свойства (функциональное назначение), показатели технического уровня, надежность, показатели технологичности и ресурсоемкости рабочего процесса, показатели безопасности в процессах производства и эксплуатации, экономическая эффективность.

Объект опережающих стандартов должен выбираться на основе целевых установок. Цели должны быть сформулированы представителями предприятий различных отраслей промышленности, заинтересованных во внедрении лазерных технологий, то есть получены на основе данных как маркетинговых исследований, так и сформулированы экспертными сообществами.

Опережающая стандартизация – это система стандартов, чья основная цель заключается в установлении повышенных требований по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, которые согласно научным прогнозам будут наиболее оптимальными в дальнейшей деятельности предприятий или компаний. Задача опережающей системы стандартов - по мере становления техники и науки автоматически сокращать интервал между новыми научными открытиями и их применением в масштабном производстве.

Учитывая специфику и многопрофильность лазерной тематики, а также стремительное развитие лазерного оборудования и технологий лазерной обработки, разработку стандартов в области фотоники следует наиболее целесообразно и эффективно вести с применением принципов опережающей стандартизации.

Основной проблемой стандартизации фотоники является недостаточность и неактуальность требований стандартов на лазерные технологии, оборудование и лазерную продукцию в связи с быстрым развитием научных знаний в сфере фотоники и повышением требований отраслей в обрабатываемой продукции.

Стандартизация в области лазерной обработки материалов позволит значительно расширить применение лазерных технологий в перспективных отраслях промышленности.

Дальнейшее развитие и использование принципов опережающей стандартизации будет способствовать более широкому внедрению в практику опережающих стандартов, которые должны сопровождать государственные и федеральные целевые программы, устанавливая высокую планку показателей качества продукции.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 N 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года»).
2. Феник Я. Основные принципы опережающей стандартизации промышленной продукции. М.: Изд-во стандартов, 1970. <https://search.rsl.ru/ru/record/01007060590?ysclid=m0hsb0466b191665703> . - 128 с.

3. Т.И. Зворыкина, Т.К. Быстрова, Е.В. Сотникова Анализ методов и механизмов опережающей стандартизации в различных сферах деятельности, в том числе в сфере услуг // Вестник РосНОУ. 2020. № 3. С.125 – 135.
4. Р 50-54-47-88 «Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения как объекта перспективной стандартизации»
5. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. А.Г. Григорьянца. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.
6. Макиева А. Идем вперед, но это начало пути // Стандарты и качество. 2023. №12. С. 18 – 21.
7. Майер А. Мировой рынок промышленных лазеров и лазерных систем // Лазер информ. 2023. № 3 (738). С. 3 – 5.
8. ГОСТ Р 58374-2019 Лазерное термоупрочнение деталей машиностроения. Требования к аттестации технологического процесса
9. Журавель В.М. и др. Технологии лазерного термоупрочнения сталей: монография; Владимирский гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во Транзит-ИКС, 2021. – 160 с.
10. ГОСТ Р 71028-2023 «Оптика и фотоника. Оборудование на базе волоконных лазеров. Требования лазерной безопасности»
11. А.В. Толкачева, О.А. Крючина, И.Э. Садовников. Лазерная безопасность. Решение есть! Новый стандарт. Передовые концепции // Лазер Информ. 2024. №4 (763). С. 6 – 9.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Цай Андрей Сергеевич, аспирант 3 года обучения кафедры техники и технологии,
Научный руководитель: **Мороз Александр Петрович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, академик РАКЦ, заведующий кафедрой Техники и технологии, профессор кафедры
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королёв, Московская область

В работе представлены общие сведения о полимерных композиционных материалах, принципы создания полимерных композиционных материалов. Описываются требования к материалам на основе полимерных композиционных материалов для триботехнического назначения. Содержатся данные об особенностях структуры и свойствах основных видов полимерных композитов: дисперснонаполненных, армированных волокнами, ультрадисперсными волокнами.

Полимерные композиты, триботехнические характеристики, полимеризационное наполнение, полимерные материалы.

POLYMER COMPOSITE MATERIALS FOR TRIBOTECHNICAL PURPOSES BASED ON POLYTETRAFLUOROETHYLENE

Tsay Andrey Sergeevich, 3th year student (postgraduate) department Techniques and technologies,
Scientific adviser: **Moroz Alexander Petrovich**, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Academician of RACC, Head of the Department of Engineering and Technology, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

The paper presents general information about polymer composite materials, principles of creation of polymer composite materials. The requirements to materials based on polymer composites for tribotechnical applications are described. It contains data on the features of the structure and properties of the main types of polymer composites: dispersion-filled, fiber-reinforced, ultradisperse fibers.

Polymer composites, tribotechnical characteristics, polymerization filling, polymeric materials.

Развитие современной техники требует новых конструкционных материалов, обладающих превосходными прочностными, упругими и другими свойствами по сравнению с традиционными материалами. На сегодняшний день развитие технологии композиционных полимерных материалов определяется научными исследованиями в области полимерного материаловедения, в связи с тем, что взаимодействие наполнителей и матриц в данной области представляет собой сложную проблему. Полимерные композиционные материалы широко используются в качестве материалов для триботехнических целей. Узлы трения и другие элементы конструкций машин, изготовленные из полимерных материалов, обладают меньшей массой, работают почти бесшумно, обладают демпфирующими свойствами и в некоторых случаях не нуждаются в смазке [1-6]. Термин "полимерные композиционные материалы" (ПКМ) означает систему,

объединяющую два или более компонента, обладающую новыми свойствами, отличающимися от свойств исходных компонентов, сохраняя при этом индивидуальность каждого из них.

Триботехнические материалы делятся на фрикционные и антифрикционные. Фрикционные материалы должны иметь коэффициент трения 0,2...0,5 и используются в фрикционных передачах (диски сцепления, тормозные устройства), в то время как антифрикционные материалы должны обладать коэффициентом трения до 0,2...0,3 и применяются в подшипниках скольжения, торцевых уплотнителях и других устройствах.

Независимо от своего назначения, триботехнический материал должен обладать высокой стойкостью к износу. В качестве полимерной матрицы для триботехнических материалов наиболее часто используются полиимиды, полиамиды, фторопласты, полиарилаты и другие полимеры, характеризующиеся низким трением, высокой стойкостью к износу и способностью работать в широком диапазоне температур. Среди перечисленных полимеров, композиционные материалы на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) являются одними из самых востребованных для использования в узлах трения. Это обуславливается высокими механическими характеристиками ПТФЭ (Таблица 1) которые формируются в связи с особенностями электронной структуры атома фтора, стабильной ковалентной связью фтор-углеродных отношений и уникальными внутримолекулярными и межмолекулярными взаимодействиями между сегментами фторированного полимера и основными цепями. По сравнению с другими полимерами ПТФЭ имеет высокую вязкость расплава, значение которой достигает 1010 Па при температуре спекания, варьирующейся от 633 до 643 К, в связи с чем данный материал перерабатывается методами порошковой металлургии. Также ПТФЭ обладает рядом уникальных свойств, включающих в себя низкую поверхностную энергию, минимальную адгезию для всех твердых тел, высокий коэффициент теплового линейного расширения, аномально низкий среди существующих конструкционных материалов коэффициент трения (0,04...0,05 по стали без смазки), прекрасными изоляционными свойствами [7-9].

Таблица 1 – Механические свойства ПТФЭ

Свойство	Значение
Температура плавления, °С	317...337
Модуль упругости, МПа	550
Относительное удлинение при разрыве, %	300...550
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	19,7
Диэлектрическая постоянная	2
Динамический коэффициент трения	0,04
Поверхностная энергия, дин/г	18
Макс. температура использования, °С	260
Показатель преломления	1,35

Среди промышленных полимеров выделяется ПТФЭ, который обладает повышенной термо-, морозостойкостью, устойчивостью к агрессивным средам и способностью функционировать в широком диапазоне температур, при этом сохраняя низкие и стабильные значения коэффициента трения. Однако промышленные полимерные композитные материалы (ПКМ), основанные на ПТФЭ, обладают низкими деформационно-прочностными характеристиками. В связи с этим существует потребность в разработке материалов на основе ПТФЭ с более эффективным укреплением полимерной матрицы для создания материала триботехнического назначения. Поэтому рассматриваемая задача является актуальной представляющей научный и практический интерес.

Для решения задач в области получения полимерных композиционных материалов на основе ПТФЭ широко применяются различные типы наполнителей. Введение наполнителей в состав ПТФЭ играет ключевую роль в повышении его износостойкости и увеличении нагрузочной способности. Положительное воздействие добавления наполнителей в полимеры для улучшения триботехнических свойств обусловлено следующим:

- ослаблением взаимодействий между молекулами полимера;
- формированием оптимальной структуры материала;
- участием наполнителей в процессе трения как ингибиторов износа;

В настоящее время существует большое количество материалов и веществ, используемых в качестве наполнителей для полимеров (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Основные виды наполнителей ПКМ

При выборе наполнителей для полимеров важными факторами являются форма и размер частиц, химический и фазовый состав, а также структурная активность и другие характеристики. Кроме того, необходимо учитывать и другие характеристики, способствующие оптимальному выбору наполнителей для конкретных полимерных материалов [10-13].

В общем случае, при выборе наполнителей для полимеров, предъявляются определенные требования. Наполнители обычно классифицируются по форме на дисперсные, волокнистые, слоистые и зернистые. Исследования Shi Y.J. и Tanaka K. подробно рассматривают влияние формы частиц на триботехнические свойства ПТФЭ. Они отмечают, что наполнители с нитевидной формой имеют определенные особенности, которые важны для улучшения характеристик материала - термическая и химическая стабильность при температуре переработки полимера, стойкость к атмосферной коррозии, химическая стойкость и высокая теплопроводность [14]. Основным требованием при выборе наполнителя для ПТФЭ, является способность выдерживать температурный режим переработки полимера (360-380 °С), при которой происходит спекание полимера [15].

Как правило, наполнитель и его оптимальное содержание в полимерной матрице в каждом конкретном случае различны, поэтому их выбор определяется на основании целей достижения тех или иных эксплуатационных показателей конечного продукта. Содержание наполнителя в ПТФЭ условно варьируют:

- Низкое содержание наполнителей - от 3 до 10 об.%;
- Среднее содержание наполнителей - от 10 до 20 об.%;
- Высокое содержание наполнителей - от 20 до 35 об.% [16].

Для увеличения стойкости к износу и снижения ползучести ПТФЭ в полимерную матрицу добавляют волокнистые, дисперсные или комбинированные наполнители, которые способствуют улучшению эксплуатационных характеристик. Среди указанных наполнителей особенно перспективными являются углеродные волокнистые материалы.

Введение углеродных волокон (УВ) в ПТФЭ позволяет добиться улучшения эксплуатационных свойств полимерного композитного материала, поскольку углеродные наполнители имеют высокую структурную активность, их присутствие приводит к значительным изменениям в структуре матрицы, что сопровождается улучшением комплекса физико-механических и триботехнических характеристик ПТФЭ. Для наполнения ПТФЭ чаще всего применяют короткие углеродные волокна, способные существенно улучшить триботехнические свойства исходного полимера [17-18]. При этом среди углеродных наполнителей большой интерес представляют модифицированные углеродные волокна с низкой поверхностной энергией [19]. Введение модифицированных дробленых углеродных волокон позволяет сохранить деформационно-прочностные характеристики ПТФЭ на уровне исходного полимера. Такие композиты обладают не только высокими механическими свойствами, но и повышенной стойкостью к износу [20].

Наполнение ПТФЭ дисперсными добавками оказывает значительное влияние на его эксплуатационные характеристики. Основным улучшением является исключительное повышение износостойкости, которое может достигать 1000 и более раз без заметного изменения коэффициента трения. Кроме того, наблюдается существенное снижение ползучести или деформации под нагрузкой, примерно в 10 раз.

Анализ технических публикаций указывает на возможность использования различных дисперсных материалов в качестве наполнителей для ПТФЭ, независимо от их формы и размера, при условии, что они выдерживают температуру спекания ПТФЭ. Однако нет единого мнения относительно оптимального размера и количества наполнителя в композитах ПТФЭ. Большинство исследований сходятся во мнении, что размер частиц наполнителя должен находиться в диапазоне 10...50 мкм. Установлено, что интенсивность износа композита достигает минимума при содержании наполнителя в пределах 20...35 об. %.

Несмотря на значительное улучшение износостойкости ПТФЭ при наполнении, научное объяснение этого феномена до сих пор отсутствует. Улучшение износостойкости композита с ПТФЭ-матрицей обусловлено следующими факторами:

- усиление кристаллизации полимера и увеличение межслойного расстояния в аморфных участках матрицы;
- внедрение наполнителя, действующего как нуклеационные центры во время кристаллизации;
- модификация структуры путем измельчения кристаллической фазы при спекании;
- радикальная реструктуризация полимера, в частности, переход от ленточной к сферолитной морфологии [21].

Стоит подчеркнуть, что на снижение износа материалов на основе ПТФЭ значительно влияет не только количество и тип наполнителя, но и его предварительная обработка. Оптимальная продолжительность сушки перед введением наполнителя способствует удалению влаги с его поверхности. Схематическое изображение технологии переработки полимерных композитов на основе ПТФЭ представлен на рисунке 2.

Таким образом, эффективный комплекс характеристик наполненного ПТФЭ определяется факторами:

- оптимизированный выбор и подготовка наполнителя (тщательно подобранный состав, дисперсность и поверхностная топология наполнителя);
- рациональное соотношение наполнителя и полимера (установление оптимальной пропорции для достижения желаемого баланса свойств);
- эффективная технология смешения (методы смешивания, обеспечивающие равномерное распределение наполнителя в полимерной матрице);
- оптимизированная переработка (выбор технологических процессов, сохраняющих структуру и свойства композита в процессе переработки в конечное изделие).

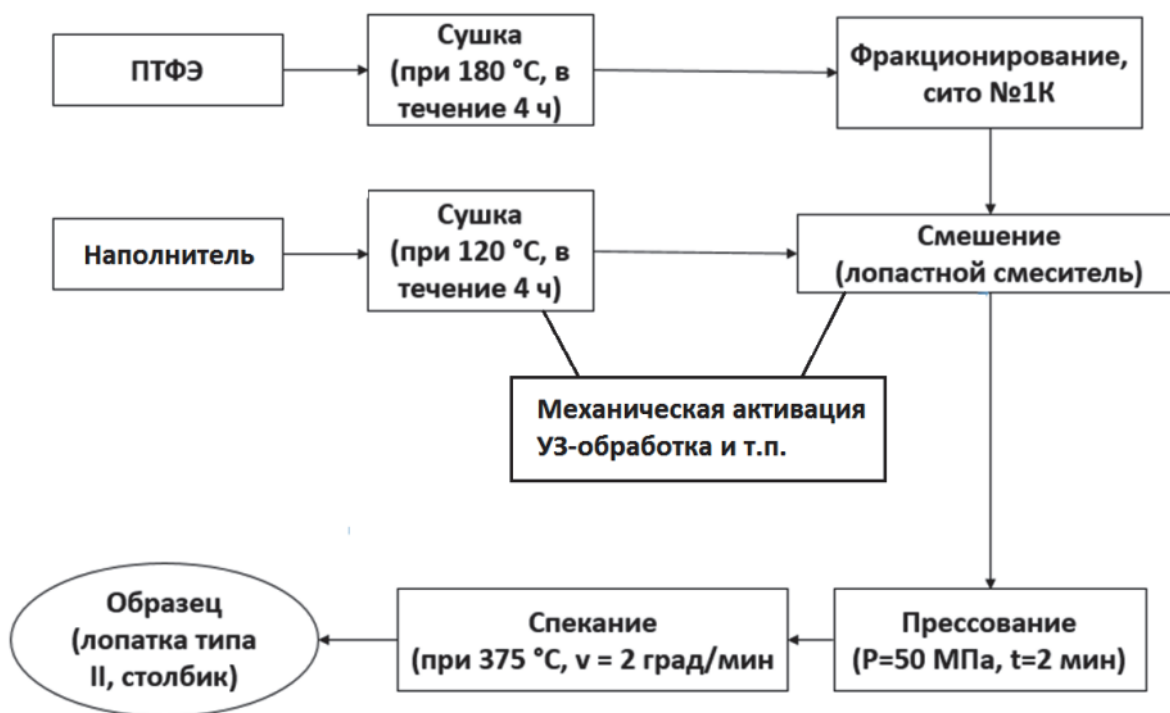


Рисунок 2 – Общая технологическая схема переработки ПТФЭ и композитов на его основе

Следует отметить, что увеличение концентрации наполнителей приводит к ухудшению физико-механических свойств, снижению прочностных характеристик ПКМ на основе ПТФЭ, увеличению коэффициента трения, что ограничивает область их применения. Высокая степень износостойкости высоконаполненных композиционных материалов на основе ПТФЭ приводит к дополнительному абразивному износу поверхностей трения, что также негативно сказывается на техническом ресурсе эксплуатации узлов трения [22-24].

Таким образом, разработка полимерных композиционных материалов на основе ПТФЭ с низким содержанием наполнителей и достижение улучшенных физико-механических свойств и триботехнических характеристик, а также применение новых технологических подходов при производстве данных материалов представляет собой значимую научную задачу в области полимерных материалов.

Литература

1. Бартенев Г.М. Трение и износ полимеров. Текст. / Г.М. Бартенев, В.В. Лаврентьев. Л.: Химия. - 1972. - 239 с.
2. Богатин О.Б., Мороз В.А., Черский И.Н. Основы расчета полимерных узлов трения. Новосибирск: Наука, 1983. - 214 с.
3. Гольдман А.Я. Прогнозирование деформационно-прочностных свойств полимерных и композиционных материалов. Л.: Химия, 1988. - 272 с.
4. Бафаев, Д.Х. Эффективность применения композиционного материала в подшипниках опор валков // Техника. Технологии. Инженерия. – 4 (6). – 2017. С. 31–36.
5. Ерохин М.Н., Казанцев С.П., Козырева Л.В. Исследование и разработка композиционных материалов, наноструктурированных элементоорганическими соединениями, для узлов трения машин // Вестник аграрной науки Дона, 2009. № 4. С. 27–30.
6. Еремич, Е.Н. Структурная модификация дисперсно-наполненного политетрафторэтилена ультразвуковым воздействием при синтезе композиционного

- материала [Текст] / Е.Н. Еремин, Д.А. Негров // Физическая мезомеханика. - 2013. - Т. 16. - №. 5. - С. 95-101.
7. Липатов, Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров [Текст] / Ю. С. Липатов. - М.: Химия, 1991. 304 с.
 8. Физикохимия многокомпонентных полимерных систем: В 2 т. Т. 1: Наполненные полимеры [Текст] / В.Ф. Бабич, М.Т. Брык, Р.А. Веселовский и др.; под ред. Ю.С. Липатова. - Киев: Наук. думка, 1986. - 376 с.
 9. Воробьева, Г.Я. Химическая стойкость полимерных материалов [Текст] / Г.Я. Воробьева. - М.: Химия, 1981. 296 с.
 10. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие вузов [Текст] / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин [и др.]; под ред. А.А. Берлина. - СПб.: Профессия, 2008. - 560 с.
 11. Михайлин, Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы [Текст] / Ю. А. Михайлин. - СПб.: Профессия, 2006. - 624 с.
 12. Tanaka, K. Effect of various fillers on the friction and wear of polytetrafluoroethylene-based composites [Text] / Tanaka K., Kawakami S. // Wear. 1982. - Vol. 79. - №. 2. - P. 221-234.
 13. Shi, Y.J. Effects of filler crystal structure and shape on the tribological properties of PTFE composites [Text] / Shi Y.J., Feng X., Wang H.Y. [et al.] // Tribology International. - 2007. - Т. 40. - №. 7. - С. 1195-1203.
 14. Наполнители для полимерных композиционных материалов: Справочное пособие [Текст] / Под ред. Каца Г.С., Милевски Д.В. - М.: Химия, 1981. - 736 с.
 15. Пугачев, А.К. Переработка фторопластов в изделия [Текст]/ А.К. Пугачев, О.А. Росляков // Л.: Химия, 1987. - 168 с.
 16. Носонова, Л.В. Влияние наполнителей-модификаторов на структуру и свойства композиционных материалов на основе политетрафторэтилена (обзор) [Текст] -2011. - № 1. -С. 134 - 138.
 17. Кропотин, О.В. Износостойкость ПТФЭ-композиатов для повышения надежности металлополимерных герметизирующих устройств изделий машиностроения: Дис. д-ра техн. наук: 05.16.09, - Омск, 2016. - 282 с.
 18. Матолыгина Н.Ю. Конструирование дисперсно наполненных полимерных композиционных материалов для узлов трения и герметизации: дисс. кандидата технических наук: 01.02.04 [Место защиты: ИФПМ СО РАН] – Томск, – 2002. – 148 с.
 19. Машков Ю.К., Кургузова О.А., Рубан Ф.С. Разработка и исследование износостойких полимерных нанокомпозитов//Вестник СибАДИ. Том 15. № 1, – 2018. С. 36–45.
 20. Машков Ю.К., Кропотин О.В., Чемисенко О.В. Разработка и исследование полимерного нанокомпозита для металлополимерных узлов трения // Омский научный вестник. № 3. 2014. С. 64–44.
 21. Шлапоберский А.А. Методика повышения долговечности узлов трения ходовой части автотранспортных средств на основе композиционных материалов: дисс. кандидата технических наук: 05.22.10 [место защиты СПбГАУ] – Санкт-Петербург, – 2020. –125 с.
 22. Kolhe, S. Wear Behavior of Polytetrafluoroethylene Composites: A Review [Text] / Kolhe S., Deshpande A., Wangikar K. // Smart Technologies for Energy, Environment and Sustainable Development. - Springer, Singapore, 2019. - P. 571-584.
 23. Kirillina, I. V. Nanocomposites based on polytetrafluoroethylene and ultrahigh molecular weight polyethylene: A brief review [Text] / Kirillina I. V., Nikiforov L. A., Okhlopko A. A. [et al.] // Bulletin of the Korean Chemical Society. -2014. - Т. 35. - №. 12. - P. 3411-3420.
 24. Tevruz, T. Tribological behaviours of bronze-filled polytetrafluoroethylene dry journal bearings [Text] / Tevruz T. // Wear. - 1999. - Vol. 230. - №. 1. - P. 61.

ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТОЙКОСТЬ УГЛЕРОД-КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Яговкина Анна Николаевна, аспирант 3 года обучения кафедры техники и технологии
Научный руководитель: **Богачев Евгений Акимович**, кандидат технических наук,
преподаватель кафедры управления качеством и исследования в области новых
материалов и технологий
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Технологический университет дважды Героя Советского Союза, летчика-
космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область

В данной статье рассмотрены различные углерод-углеродные композиционные материалы. Представлены результаты порометрических исследований, томографического анализа углерод-керамических композиционных материалов, полученных методом пропитки расплавами, газодинамических испытаний. Установлены закономерности между структурой исходного материала и глубиной пропитки, окислительной стойкостью.

Керамическая матрица, пористая структура, окислительная стойкость.

THE INFLUENCE OF PORE STRUCTURE ON OXIDATION RESISTANCE OF CERAMIC COMPOSITE MATERIAL

Yagovkina Anna Nikolaevna, 3 year of the Department of Engineering and technology
Scientific adviser : **Bogachev Evgeniy Akimovich**, Candidate of Technical Sciences, Educator
of the Department of Management
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Technological University named after twice Hero of the Soviet Union,
pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

This article provides information about the structure of carbon- carbon composite material. The results of porosity measurement, tomography analysis, ablation tests of ceramic matrix materials receive by reactive melt infiltration are presented. A relationship between the structure of the base material and its depth of impregnation, oxidation resistance is proposed.

Ceramic matrix, pore structure, oxidation resistance.

Постоянное повышение требований в плане физико-механических, теплофизических и окислительных свойств к изделиям ракетно-космической техники, работающих при воздействии высокотемпературных сред, представляет актуальным разработку новых материалов. Существующие материалы, такие как металлические сплавы и многокомпонентная керамика используются ограниченно из-за недостаточно высоких рабочих температур (до 1200 °С) и повышенной трещиностойкости соответственно [1, С.120]. Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) несмотря на комплекс свойств, таких как высокие физико-механические характеристики при комнатной и повышенных температурах, малая плотность, высокая теплопроводность и устойчивость к тепловому удару [2, С.551] окисляются при температурах выше 500 °С. Во избежание деструкции материала при повышенных температурах необходимо формировать защитную матрицу, стойкую к агрессивным средам. SiC-матрица повышает рабочую температуру композиционного материала до 1800 °С [3, С.16115, 4, С.11913].

Необходимым является создание в УУКМ-заготовках керамической матрицы, способной противостоять температурам выше 1800 °С.

Газофазные и жидкофазные методы используются для получения углерод-керамического композиционного материала (УККМ). Применение метода пропитки и пиролиза полимерных прекурсоров (PIP) является перспективным с точки зрения возможности варьирования прекурсоров и формирования матриц различного состава. Наличие усадочных трещин, высокая стоимость прекурсоров, большое количество повторений пропитка/пиролиз ограничивают использование данного метода. Управление размерами пор и плотностью материала в процессе осаждения достигается в методе химического насыщения пористых сред (CVI). Несмотря на относительно низкие температуры в печи в ходе формирования матрицы, процесс является достаточно длительным [5, С.161]. Материал с высоким содержанием керамических фаз разного состава достигается при использовании метода пропитки расплавами (RMI). Неравномерность пропитки нивелируется при проведении нескольких процессов, а деградация волокон при формировании интерфазы [6, С.365].

При подборе компонентов матрицы необходимо учитывать не только температуру плавления керамических фаз, но и оксидов, образующихся при воздействии агрессивной среды. Использование легкоплавких компонентов способствует снижению температуры плавления тугоплавких соединений при проведении RMI процессов, тем самым влияя на интенсивность пропитки преформы и температуры в печи. Повышение концентрации тугоплавкого компонента и формирование многокомпонентной матрицы, содержащей несколько тугоплавких соединений, благоприятно влияют на окислительную и эрозионную стойкость УККМ [7, С.334].

Исследование скоростей линейного уноса различных УККМ показало, что на результаты испытаний влияют существенно не только состав матрицы, но и условия испытаний [7, С.330]. Например, линейная скорость уноса C/ZrB₂-SiC изменяется от 0,041±0,002 мм/с [8, С.1281] до 0,066 мм/с [9, С.1218].

Поскольку технологии получения высокотемпературных УУКМ и УККМ предполагают заполнение пустот в армирующем каркасе материалом матрицы, структурная неоднородность затем наследуется и самим композиционным материалом в части равномерности объемного чередования наполнителя и матрицы. Повышение окислительной стойкости материала и увеличение времени эксплуатации изделий из него может быть связано с уменьшением остаточной открытой пористости посредством снижения количества путей для диффузии кислорода. Актуальным является определение факторов, влияющих на окислительную стойкость материала.

Материалы и методы их исследования.

В качестве исходных материалов были выбраны УУКМ с углеродными матрицами различного типа: пироуглеродной и коксовой на основе каменноугольного пека. Трехмерно-армированные иглопробивные преформы получали при последовательной укладке ткани на основе углеродных волокон с последующей их пробивкой перпендикулярно уложенным слоям для скрепления слоев и создания Z координаты.

Для формирования углеродной матрицы жидкофазным методом иглопробивная преформа пропитывалась каменноугольным пеком с последующими отверждением, карбонизацией и ВТО, при этом цикл пропитки повторялся многократно. Для получения приемлемых физико-механических и теплофизических характеристик материала жидкофазным методом необходимо повторять несколько раз цикл пропитка-карбонизация-ВТО. После проведения всех технологических операций был получен материал 1. При замене углеродной матрицы на основе кокса пека на пироуглеродную, сформированную методом газофазного изотермического осаждения, получали материал 2. При осаждении пироуглерода происходило постепенное заполнение части объема межфиламентного пространства, межпучковой и межслоевой пористости. Нетканая иглопробивная прессованная карбонизованная преформа на основе каркаса Ипрескон[®] проходила

несколько циклов пропитки каменноугольным пеком, карбонизации и ВТО в зависимости от выходной открытой пористости и плотности, которые необходимо получить для формирования высокоплотной керамической матрицы. При проведении двух циклов пропитка-карбонизация-ВТО получали материал 3, а при трех циклах – материал 4.

В качестве исходных порошковых компонентов были выбраны порошки на основе гафния, циркония и кремния.

Открытую пористость и кажущуюся плотность материалов определяли методом гидростатического взвешивания по ГОСТ 15139-69.

Исследование структуры УККМ разного состава на предмет отсутствия скрытых макродефектов – трещин или расслоений, а также глубины пропитки расплавами при высокотемпературной обработке проводили методом рентгеновской томографии с помощью рентгеновской томографической системы ХТ Н 320 LC фирмы «METRIS» (Великобритания).

Определение окислительной стойкости материала проводили посредством оценки линейной скорости уноса после проведения газодинамических испытаний (ГДИ) на плазмотроне АО «Композит». В ходе испытаний на образец подавали высокотемпературный газовый поток определенной плотности.

Результаты и их обсуждение

По результатам порометрических исследований [10, С.160-161] выявлено, что в материалах 3 и 4 диапазон радиуса пор варьируется преимущественно от 1 нм до 10 мкм, структура является достаточно однородной и мелкоячеистой, при этом в качестве основного отличия выступает количество пор. Наиболее крупные поры замечены в материале 1, в диапазоне размеров 40 – 100 мкм их количество находится на уровне 39 %, при этом в материале 2 наибольшее количество пор ~ 69,5 % лежит в диапазоне 1 – 10 мкм, что представлено в таблице 1. Кажущаяся плотность и открытая пористость материалов 1 и 4, 2 и 3 соизмеримы. Наличие в структуре материала образцов крупных пор предполагает их пропитку в ходе высокотемпературного воздействия на всю толщину, однако это справедливо при высокой открытой пористости. Исходя из результатов порометрии предполагается, что наибольшая пропитка и содержание керамических фаз будут достигнуты в образцах, изготовленных из материала 2.

Таблица 1 – Исходные характеристики различных УККМ

Материал	Диапазон приведенного радиуса пор					Кажущаяся плотность, г/см ³	Открытая пористость, %
	1 нм – 1 мкм	1 мкм – 10 мкм	10 мкм – 40 мкм	40 мкм – 100 мкм	> 100 мкм		
1	6,3%	5,0%	40,6%	39,0%	1,1%	1,66±0,03	11,4±0,5
2	15,0%	69,5%	9,8%	4,6%	1,1%	1,40±0,03	22,2±0,5
3	50,5%	45,7%	3,8%	0,0%	0,0%	1,48±0,03	24,2±0,5
4	58,2%	39,1%	2,7%	0,0%	0,0%	1,66±0,03	14,8±0,5

Для получения керамической матрицы методом RMI на поверхность образцов в виде параллелепипедов для оценки глубины пропитки и дисков для проведения ГДИ наносили шликер, состоящий из порошков на основе гафния, циркония и кремния и связующего. При этом состав порошковой смеси для пропитки различных материалов не отличался. Количество шликера рассчитывалось индивидуально для каждого образца в зависимости от их исходных характеристик для полного заполнения поровых каналов. При высокотемпературном воздействии протекали процессы взаимодействия расплава и углеродной матрицы с образованием карбидов.

По результатам пропитки расплавами оценивались открытая пористость и объемное содержание карбидов, предполагается что данные характеристики существенно влияют на окислительную стойкость материала, при этом также необходимо учитывать глубину пропитки и ее равномерность (таблица 2). Наименьшее содержание карбидов в структуре образцов, изготовленных из материала 4, и открытая пористость $\sim 7,7\%$ предполагает наиболее интенсивный унос по сравнению с другими исследуемыми материалами. В образцах, полученных после пропитки расплавами материалов 2 и 3, объемное содержание карбидов находится на одном уровне, при этом наличие большого количества пор может негативно сказаться на результатах ГДИ.

Таблица 2 – Данные до и после пропитки образцов УККМ методом RMI

Материал	Кажущаяся плотность исходная, г/см ³	Открытая пористость исходная, %	Кажущаяся плотность конечная, г/см ³	Открытая пористость конечная, %	Объемное содержание карбидов, %
1	1,66±0,03	11,4±0,5	2,28±0,03	2,7±0,5	12,6
2	1,40±0,03	22,2±0,5	2,73±0,03	8,0±0,5	28,2
3	1,48±0,03	24,2±0,5	2,80±0,03	4,4±0,5	26,5
4	1,66±0,03	14,8±0,5	2,33±0,03	7,7±0,5	14,5

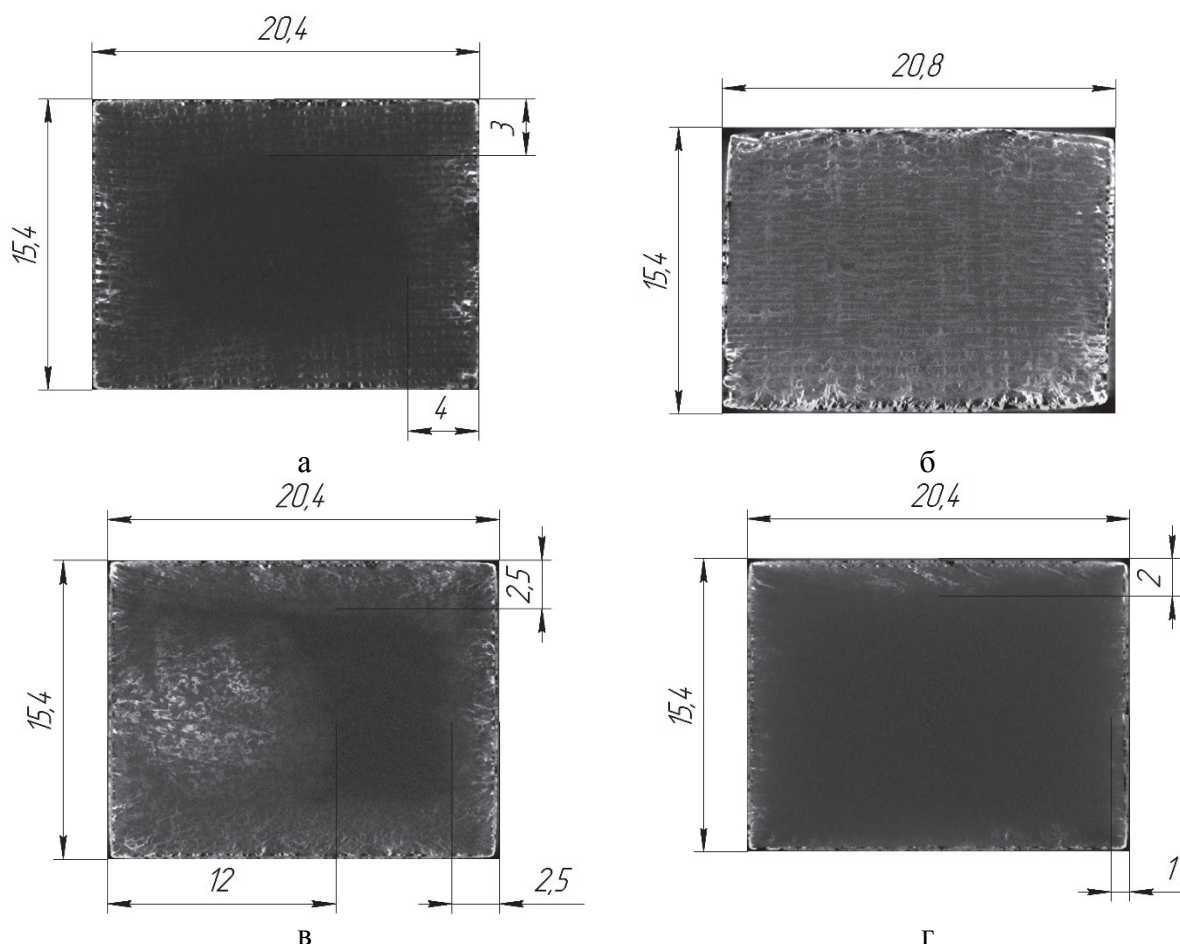


Рисунок 1 – Глубина пропитки УУКМ: а – материал 1; б – материал 2; в – материал 3; г – материал 4

Исследование глубины пропитки различных УУКМ посредством томографического анализа показало, что пропитка материала 2 прошла на всю глубину, что представлено на рисунке 1б. Распределение керамических фаз в образцах, полученных из материалов 1 и 4,

в разных направлениях равномерное, при этом отличится существенно ($\sim$ в 2 раза), что связано с размером пор исходной углеродной преформы. Однородная, мелкочаистая исходная структура УУКМ не способствует равномерному распределению керамических фаз в объеме материала (рисунок 1в), что может быть связано с расположением образцов в ходе высокотемпературной обработки. Замечено, что наибольшее влияние на пропитываемость материала оказывает размер пор нежели их количество.

ГДИ испытания проводили при одинаковой плотности газового потока, отличающиеся средние значения температуры на поверхности образцов связаны со степенью черноты, структурой и свойствами материалов. Линейные скорости уноса материалов 1–4 после испытаний представлены в таблице 3. Внешний вид образцов до и после ГДИ показан на рисунке 2. Несмотря на наибольшую температуру на поверхности образцов УККМ, изготовленных из материала 3, их линейный унос наименьший по сравнению с другими исследуемыми образцами, что связано с высоким содержанием керамических фаз, значительной глубиной пропитки и малой открытой пористостью. Интенсивный унос материалов 1 и 4 является следствием незначительной пропитки образцов расплавами, при этом замечено, что линейная скорость уноса отличается $\sim$ в 2 раза так же, как и глубина пропитки при схожих значениях объемного содержания карбидов. Предполагается что на окислительную стойкость материала влияет существеннее не только глубина пропитки, но и открытая пористость, где поры выступают каналами для диффузии кислорода, что было замечено при испытаниях образцов, полученных из материалов 2 и 3.

Таблица 3 – Результаты ГДИ образцов УККМ

Материал	Время испытания (после выхода на режим), с	Среднее значение температуры поверхности, °С	Скорость линейного уноса материала с, мм/с
1	150	2200	0,018
2	150	2250	0,012
3	150	2400	0,001
4	90	2200	0,035



а



б



в



г



е



ж



з



и

Рисунок 2 – Фотографии образцов до и после ГДИ: а, е – материал 1; б, ж – материал 2; в, з – материал 3; г, и – материал 4

Заключение

Однородная структура исходного УУКМ не способствует более равномерной пропитке в ходе RMI. Наибольшая глубина пропитки, на всю толщину образцов, была получена при воздействии на материал 2 с широким диапазоном пор от 1 нм до нескольких сотен мкм и открытой пористостью свыше 20 %. Замечено, что на пропитываемость материала сильнее оказывает влияние размер пор, нежели их количество. По результатам ГДИ образцов было установлено, что наименьшей скоростью линейного уноса обладает материал 3, а значение не превышает 0,001 мм/с. На окислительную стойкость УККМ влияют существенно глубина пропитки и конечная открытая пористость.

Литература

1. Baroumes L., Bouillon E., Christin F. An improved long life duration ceramic matrix composite material for jet aircraft engine applications // 24th international congress of the aeronautical sciences. 2009. P. 119-125.
2. Huang D., Zhang M., Huang Q. et al. Ablation mechanism of C/C–ZrB₂–ZrC–SiC composite fabricated by polymer and pyrolysis with preform of C_f/ ZrB₂ // Corrosion Science. 2015. Vol. 98. P. 551– 559.
3. Chen Y., Sun W., Xiong X. et. al. Microstructure, thermophysical properties, and ablation resistance of C/HfC–ZrC–SiC composites// Ceramics International. 2019. Vol. 45. P. 4685-4691.
4. Luo L., Liu J., Wang Y. et al. Multiple ablation resistance of La₂O₃/Y₂O₃-doped C/SiC–ZrC composites // Ceramics International. 2015. Vol. 41. P. 12878-12886.
5. Naslain R. Design, preparation and properties of non-oxide CMCs for application in engines and nuclear reactors: an overview // Composites Science and Technology. 2004. Vol. 64. P. 155-170.
6. Bansal N.P. Boccaccini A.R. Ceramics and composites processing methods. 2012. P. 351-390.
7. Яговкина А.Н. Обзор современных подходов к формированию высокотемпературных керамических матриц // Сборник материалов Ежегодной конференции аспирантов ГБОУ ВО МО «Технологический университет» «Инновационные аспекты социально-экономического развития региона». 2023. С 326-334.
8. Wang Y, Zhu X., Zhang L., Cheng L. Reaction kinetics and ablation properties of C/C–ZrC composites fabricated by reactive melt infiltration // Ceramics International. 2011. Vol. 37. P. 1277–1283.
9. Li Q.G., Dong S.M., Wang Z. et.al. Fabrication and properties of 3-D Cf/SiC–ZrC composites, using ZrC precursor and polycarbosilane // Journal of the American Ceramic Society. 2012. Vol. 95. P. 1216-1219.
10. Яговкина А.Н. Влияние пористой структуры углерод-углеродного композиционного материала на формирование высокоплотной высокотемпературной керамической матрицы методом RMI // Информационно-технологический вестник. 2023. № 3. С 156-166.

Научное издание

ЛЕОНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2024

МАТЕРИАЛЫ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ (23-24 МАЯ 2024 ГОДА)

.....
Дата подписания к использованию 30.05.24

Тираж 500 экз.

Издательство «Научный консультант» предлагает авторам:
издание рецензируемых сборников трудов научных конференций,
печать монографий, методической и иной литературы.

ISBN 978-5-907692-98-5



Издательство Научный консультант
123007, Москва, Хорошевское ш., 35к2, офис 508.
Тел.: +7 (926) 609-32-93, +7 (499) 195-60-77 www.n-ko.ru keyneslab@gmail.com