МАТЕРИАЛЫ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «УПРАВЛЕНИЕ И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ» (УИРП-2025)

ТОМ 1

Москва
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции «Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования» (УИРП-2025)

Том 1

Москва, 28 мая, 2025

MATERIALS OF

The International Scientific and Practical Conference "Management and innovative development of the enterprise: new approaches and topical researches" (UIRP-2025)

Volume 1

Moscow, on May, 28th, 2025

Москва
Moscow
2025

УДК 658.5
ББК 60.82
У67

Рецензенты:

Глазкова В.В. доктор экономических наук, доцент кафедры «Менеджмент и инновации» (ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»).

Карплюк Ю.А. кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента (ФГАОУ ВО "МГТУ "СТАНКИН").

У67

Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования – УИРП-2025: материалы международной научно-практической конференции (г. Москва, 28 мая 2025 г.). В 2 т. Том 1/ под редакцией Е.Д. Коршуновой, Ю.Я. Еленевой, А.В. Капитанова, Л.Э. Шварцбурга, Е.В. Соковой – Москва : ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025. – 268 с. : ил.

ISBN 978-5-7028-0825-3 (Т. 1)
ISBN 978-5-7028-0824-6

В сборник включены материалы международной научно-практической конференции "Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования", секции: «Качество и технические системы: современные подходы к управлению»; «Новые подходы к обеспечению экологической и производственной безопасности»; «Современные технологические и экономические тенденции на пространстве ЕАЭС», проходившей 28 мая 2025 года в МГТУ «СТАНКИН». Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 658.5
ББК 60.82

ISBN 978-5-7028-0825-3 (Т. 1)
ISBN 978-5-7028-0824-6

© Коллектив авторов, 2025
© ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», 2025

Reviewers:

Glazkova V.V. Doctor of Economics, Associate Professor of the Department of Management and Innovation (National Research Moscow State University of Civil Engineering).

Karplyuk Yu.A. Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Financial Management (MSUT «STANKIN»).

Management and innovative development of the enterprise: new approaches and topical researches – (UIRP-2025): Materials of the International Scientific and Practical Conference (Moscow, on May, 28th, 2025). In 2 volumes. Volume 1/ edited by E.D. Korshunova, Yu.Ya. Eleneva, A.V. Kapitanov, L.E. Shvartsburg, and E.V. Sokova – Moscow : Publisher Moscow State Technological University "STANKIN", 2025. – 268 pages. : figs.

The collection includes materials of the International Scientific and Practical Conference «Management and Innovative Development of the Enterprise: New Approaches and Topical Researches», Sections: «Quality and Technical Systems: Modern Approaches to Management»; «New Approaches to Ensuring Environmental and Industrial Safety»; «Modern Technological and Economic Trends in the EAEU Space», held on 28 May 2025 in Moscow State Technological University «STANKIN». The materials are published in the author's edition.

ISBN 978-5-7028-0825-3 (V. 1)
ISBN 978-5-7028-0824-6

© Authors, 2025
© MSUT «STANKIN», 2025

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ!

28 мая 2025 года прошла Международная научно-практическая конференция «Управление и инновационное развитие предприятия: новые походы и актуальные исследования» (УИРП – 2025).

Конференция реализована в рамках программы «Приоритет – 2030», при участии студенческого научного общества МГТУ «СТАНКИН» с целью развития и расширения спектра научных исследований, повышения профессионального уровня подготовки, развития научно-исследовательской работы обучающихся, аспирантов, молодых ученых и преподавателей, расширения связей между высшими учебными заведениями, научными центрами, российскими и зарубежными предприятиями.

Желаем участникам конференции УИРП-2025 плодотворной работы и активного сотрудничества.

Организационный комитет Конференции УИРП-2025

Организационный комитет Конференции «Управление и инновационное развитие предприятия: новые походы и актуальные исследования»

Председатель:

Бильчук М.В. – и.о. проректора по образовательной деятельности и молодежной политике, к.т.н., доцент, МГТУ «СТАНКИН».

Заместитель председателя:

Коршунова Е.Д. – директор института социально-технологического менеджмента, заведующий кафедрой экономики и управления предприятием, МГТУ «СТАНКИН», д.э.н., профессор.

Члены организационного комитета:

Гайбу В. – старший преподаватель кафедры экономики и управления предприятием, МГТУ «СТАНКИН»;

Джолдошева Т.Ю.-профессор, проректор по евразийской интеграции, директор Высшей школы бизнеса и PhD программы НИУ КЭУ им. М. Рыскулбекова, д.э.н. (г.Бишкек, Кыргызстан);

Жагыпарова Аида Орынтаевна - декан экономического факультета НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ассоциированный профессор, к.э.н. (г. Астана, Казахстан);

Заборовский Т. – профессор Познаньского технического университета, д.т.н. (г. Познань, Польша);

Зимовец О.Е. – доцент кафедры экономики и управления предприятием, МГТУ «СТАНКИН», к.э.н.;

Окоракова А.А. – старший преподаватель кафедры экономики и управления предприятием, МГТУ «СТАНКИН»;

Садыкова Ч.К.-к.э.н., доцент, директор Высшей школы экономики и бизнеса КГТУ им. И. Раззакова (г.Бишкек, Кыргызстан);

Сахнович Т.А. - заведующий кафедрой «Инженерная экономика» машиностроительного факультета Белорусского национального технического университета, к.э.н., доцент;

Ответственный секретарь Конференции:

Сокова Е.В. - старший преподаватель кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, МГТУ «СТАНКИН».

Модераторы направлений работ Конференции:

Капитанов А.В. – и.о. проректора по научной работе, заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления, директор центра подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, ученый секретарь ученого совета Университета, МГТУ «СТАНКИН», д.т.н., доцент;

Шварцбург Л.Э. – заведующий кафедрой инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности, МГТУ «СТАНКИН», д.т.н. профессор;

Еленева Ю.Я. – заведующий кафедрой финансового менеджмента, МГТУ «СТАНКИН», д.э.н., профессор;

Павельева Т.Ю. – заведующий кафедрой философии и социального управления, МГТУ «СТАНКИН», д.ф.н., профессор;

Горожанкина Е.М. – советник при ректорате МГТУ «СТАНКИН», к.ф.н.

К 95-летию
МГТУ «СТАНКИН»

Качество и технические системы: современные подходы к управлению

УДК 004.05

АРХИТЕКТУРНЫЕ ПОДХОДЫ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ

ARCHITECTURAL APPROACHES TO IMPROVING SOFTWARE QUALITY IN INDUSTRIAL ENVIRONMENTS

Александров А.В., Тясто С.А.

Aleksandrov A.V., Tyasto S.A.

Аннотация: *в условиях цифровой трансформации промышленности программное обеспечение становится ключевым элементом управления производственными процессами. Оно определяет эффективность оборудования, точность технологических операций, уровень автоматизации и гибкость производственной системы. Повышение качества программных продуктов требует применения архитектурных подходов, обеспечивающих надежность, сопровождаемость и масштабируемость решений. В работе проведён анализ монолитной, микросервисной и сервис-ориентированной архитектуры, их соответствие критериям качества ГОСТ Р ИСО 25010-2015 и ГОСТ Р 57100-2016.*

Abstract: *in the context of digital transformation in industry, software has become a key component of managing production processes. It determines equipment efficiency, the precision of technological operations, the degree of automation, and the flexibility of the production system. Improving the quality of software requires the use of architectural approaches that ensure reliability, maintainability, and scalability. This study analyzes monolithic, microservice, and service-oriented architectures, their alignment with the quality criteria of GOST R ISO 25010:2015 and GOST R 57100:2016.*

Ключевые слова: цифровая трансформация, архитектура программного обеспечения, качество программного обеспечения, промышленная автоматизация.

Keywords: digital transformation, software architecture, software quality, industrial automation.

Современные предприятия сталкиваются с необходимостью выбора архитектурного подхода, который обеспечит не только высокое качество программных решений, но и их адаптивность к изменяющимся требованиям бизнеса. Особенно это актуально для машиностроительных предприятий в связи с распоряжением Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 г. № 3113-р – «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности».

Выбор архитектуры программного обеспечения играет определяющую роль в его масштабируемости, отказоустойчивости и поддерживаемости. От того, как организована система,

зависит её способность справляться с увеличивающейся нагрузкой, поддерживать стабильность работы в случае отказов отдельных компонентов и адаптироваться к изменениям в производственном процессе.

В современных реалиях разработка программного обеспечения в большинстве случаев производится с использованием следующих архитектурных подходов или их совмещения друг с другом в зависимости от бизнес-требований:

1. **Монолитная архитектура (monolithic architecture)** представляет собой единую структуру, где все компоненты тесно связаны и функционируют в рамках одного приложения;
2. **Микросервисная архитектура (microservices architecture)** разрабатывается по принципу «один сервис — одна функция» и строится как совокупность изолированных сервисов, каждый из которых можно развёртывать и масштабировать независимо;
3. **Сервис-ориентированная архитектура (SOA – service-oriented architecture)** ориентирована на интеграцию бизнес-функций через стандартизированные сервисы, взаимодействующие посредством корпоративной сервисной шины (ESB – enterprise service bus), и применяется в распределённых корпоративных системах с высоким уровнем требований к совместимости и повторному использованию;
4. **Бессерверная архитектура** или **бессерверные вычисления (serverless architecture)** характеризуется отсутствием необходимости в управлении серверной инфраструктурой — разработчики фокусируются только на бизнес-логике, размещая функции в облачных средах, где ресурсы автоматически масштабируются и тарифицируются по факту использования поставщиками услуг (ISO/IEC 22123-2).

Модель монолитной архитектуры

Рассмотрим модель применения монолитной архитектуры ПО на производстве (рис. 1).

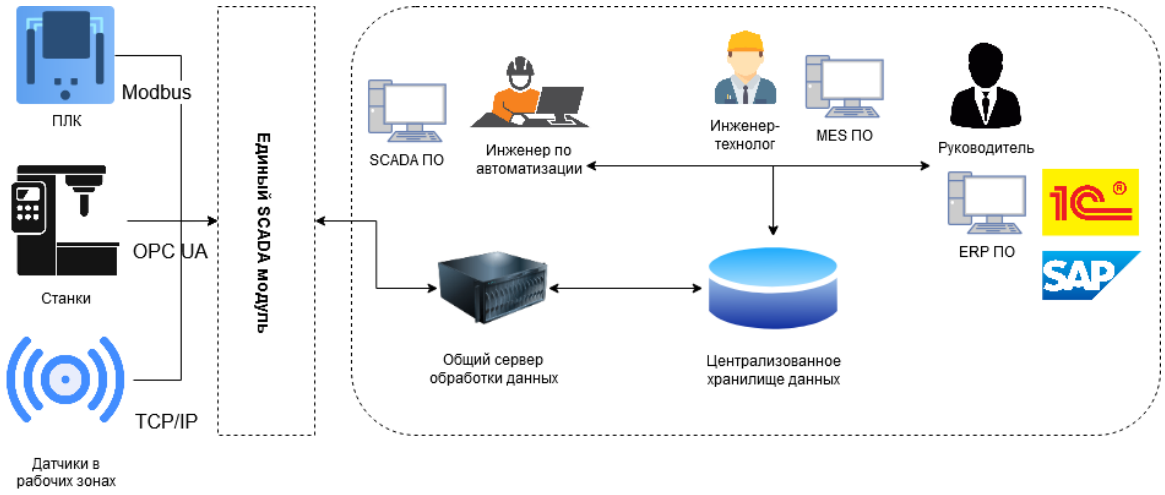

Рис. 1. Модель применения монолитной архитектуры программного обеспечения на производстве

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) и станки передают данные через протоколы TCP/IP, Modbus, OPC UA в единый SCADA-модуль. Этот модуль отвечает за сбор и обработку данных с датчиков, установленных в производственных зонах, и передаёт их на сервер обработки данных. Операторы на различных уровнях (инженер по автоматизации, инженер-технолог, руководитель) контролируют посредством специализированного ПО общее состояние производства, оборудования.

Сервер SCADA взаимодействует с тремя ключевыми подсистемами:

1. Централизованным хранилищем данных (ЦХД), где аккумулируется информация о параметрах оборудования, ходе производства и технологических событиях;
2. Системой планирования ресурсов предприятия (ERP), которая обеспечивает связь с бизнес-процессами — учётом заказов, логистикой и финансами;
3. Системой управления производственными операциями (MES), управляющей заданиями на производственном уровне.

Основные ограничения рассмотренной системы заключаются в связанности всех программных модулей единой SCADA-системы, а также в общем сервере, что потенциально может привести к проблемам масштабирования или каскадным сбоям.

Модель микросервисной архитектуры

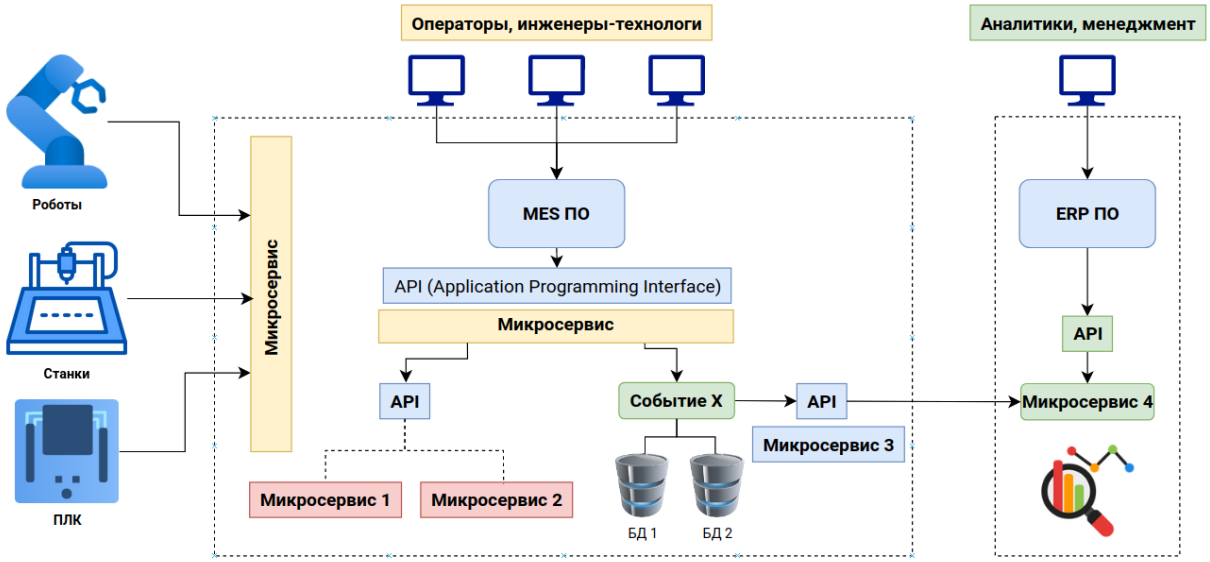

Рис. 2. Модель применения микросервисной архитектуры программного обеспечения на производстве

Основная идея модели микросервисной архитектуры (рис. 2) – это применение отдельных, «транспортных» компонентов ПО для взаимной передачи данных между более крупными MES, ERP-системами. Помимо этого, предполагается возможность их интеграции

непосредственно со станками, промышленными роботами, ПЛК и др. Однако функция связующего звена между более крупными программными комплексами не является единственной, микросервисный подход также может использоваться как мера распределения нагрузки вычислительных мощностей. Более того, самостоятельный программный пакет из категории CALS-технологий (англ. Continuous Acquisition and Life cycle Support — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий) может выступать и сам в качестве микросервиса при необходимой настройке.

Модель сервис-ориентированной архитектуры

Основная идея сервис-ориентированной архитектуры – использование корпоративной сервисной шины (Enterprise Service Bus) для консолидации взаимодействия всех сервисов производственный среды. ESB обеспечивает маршрутизацию между различными системами (функции преобразования данных), предоставляет инструменты для мониторинга бизнес-процессов, интегрируется с базами данных.

Примеры продуктов ESB на рынке: IBM Integration Bus, Oracle Service Bus, 1С:Шина.

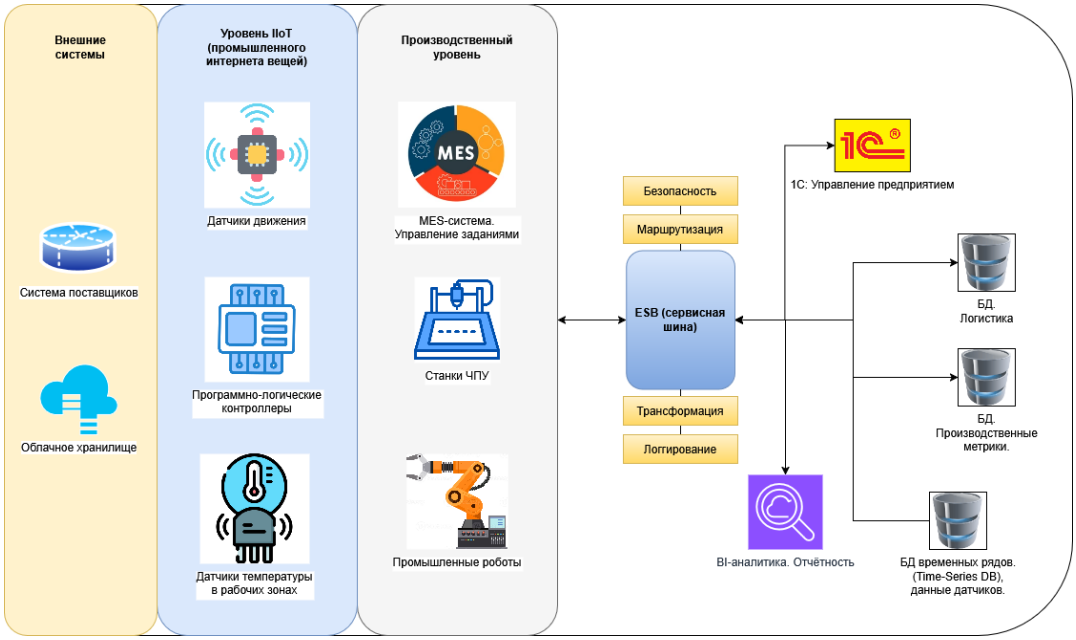

Рис. 3. Модель применения сервис-ориентированной архитектуры программного обеспечения на производстве

На основе критериев качества программного обеспечения и архитектуры ПО согласно ГОСТ Р ИСО 25010-2015 и ГОСТ Р 57100-2016 и проведённого исследования была разработана следующая матрица выбора решения (табл. 1):

Таблица 1

Матрица выбора решения архитектуры ПО

Критерий	Монолитная архитектура (Monolithic architecture)	Сервис-ориентированная архитектура (SOA)	Микросервисная архитектура (Microservices architecture)	Бессерверная архитектура (Serverless architecture)
Гибкость	Низкая, сложно изменять без затрагивания всей системы	Средняя, сервисы независимы, но зависят от ESB	Высокая, сервисы автономны и могут разрабатываться независимо	Высокая, функции легко адаптируются под изменения
Масштабируемость	Ограниченная, горизонтальное масштабирование затруднено	Выше, но сервисная шина может стать узким местом	Высокая, каждый сервис масштабируется отдельно	Очень высокая, масштабируемость автоматизирована провайдером
Отказоустойчивость	Низкая, сбой в одном компоненте может привести к падению всей системы	Средняя, ESB обеспечивает устойчивость, но сам может стать точкой отказа	Высокая, отказ одного сервиса не влияет на другие	Очень высокая, так как инфраструктура управляется облаком
Совместимость	Ограниченная, интеграция с внешними системами требует доработок	Высокая, ESB обеспечивает взаимодействие между разными системами	Средняя, сервисы могут использовать разные технологии	Высокая, возможность интеграции с различными API
Производительность	Высокая, но ограничена мощностью одного сервера	Средняя, наличие ESB может снижать скорость обработки	Высокая, за счет распределенной обработки	Зависит от облачного провайдера, возможны задержки
Затраты на поддержку	Высокие, сложность обновлений и исправлений	Средние, но требуют специалистов по ESB	Средние, но требуют опыта работы с распределенными системами	Низкие, провайдер берет на себя поддержку инфраструктуры

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 25010–2015. Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов. Введён 01.06.2016;

2. ГОСТ Р 57100–2016 / ISO IEC IEEE 42010:2011. Системная и программная инженерия. Описание архитектуры // Systems and software engineering. Architecture description. Введён 01.09.2017;

3. Сравнение микросервисной и монолитной архитектур // Atlassian, 2020. URL: https://www.atlassian.com/ru/microservices/microservices-architecture/microservices-vs-monolith (дата обращения: 17.05.2025);

4. 26 основных паттернов микросервисной разработки // VK Cloud, 2021. URL: https://cloud.vk.com/blog/26-osnovnyh-patternov-mikroservisnoj-razrabotki/ (дата обращения: 18.05.2025);

5. ESB: как сервисная шина предприятия упрощает обмен данными в крупных ИТ-проектах // Корус Консалтинг. URL: https://omni.korusconsulting.ru/blog/esb-kak-servisnaya-shina-predpriyatiya-uproshchaet-obmen-dannymi-v-krupnykh-it-proektakh-/ (дата обращения: 18.05.2025).

Тясто Сергей Александрович – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; s.tyasto@stankin.ru

Александров Александр Владимирович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; aleksandrovmeet@gmail.com

УДК 005: 378

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

THE SYSTEM OF INDICATORS AS A TOOL FOR MANAGING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Бармин И.Ю. Федорова Л.А.

Barmin I.Y. Fedorova L.A.

Аннотация: В настоящей статьей рассмотрена проблематика устойчивого развития высших учебных заведений России. Представлены актуальные статистические данные, свидетельствующие о необходимости адаптации ВУЗов к последним изменениям. Представлено определение понятия управления устойчивым развитием университета. Перечислены актуальные методы управления устойчивым развитием ВУЗов и выделены показатели, которые используются в реализации данных методов. Выделены показатели, которые непосредственно должны быть добавлены в повестку ЦУР, для создания основы внедрения устойчивого развития в управление организациями высшего образования.

Abstract: This article examines the issues of sustainable development of higher education institutions in Russia. It presents current statistical data indicating the need for universities to adapt to the latest changes. It provides a definition of the concept of university sustainable development management. It lists current methods of managing university sustainable development and identifies the indicators used in implementing these methods. It identifies the indicators that should be directly added to the SDG agenda to create a basis for implementing sustainable development in the management of higher education organizations.

Ключевые слова: управление устойчивым развитием, университеты, ЦУР

Keywords: sustainable development management, universities, SDG

Проблематика темы управления устойчивым развитием организаций высших учебных заведений обусловлена несколькими ключевыми факторами. По данным НИУ ВШЭ в период с 2005 по 2015 год в России зафиксировано снижение численности молодежи в возрасте 15-19 на 44,6% с 12 млн. до 6,7 млн., которое обусловлено демократической ямой 1990-х годов и непосредственно влияет на количество потенциальных абитуриентов российских вузов [1]. Также, по прогнозам Росстат, численность населения России к 2030 году, без учета новых территорий, по сравнению с 2023 годом может сократиться на 3,2 млн человек [2]. Исследование, проведенное НИУ ВШЭ, показывает динамику, свидетельствующую о перераспределении студентов внутри России, например, в 2024 году число поступивших в Кабардино-Балкарии снизилось на 24,5 %, а в Карачаево-Черкесии увеличилось на 94 % [3]. В материалах [4] говорится, что к 2030 году доля граждан России в возрасте 65 лет и старше увеличится до 19,4 %, по сравнению с 2010 годом, что приведет к демографической нагрузке трудоспособного

населения и повлияет на потенциальных потребителей образовательных услуг. Все это говорит о необходимости адаптации ВУЗов к различным демографическим изменениям, которые влекут за собой:

- Снижение контингента студентов;
- Повышение конкуренции университетов;
- Рост нагрузки на персонал;
- Сокращение финансирования.

Эти процессы влияют на устойчивость российский университетов, которой в данном контексте можно дать следующее определение. Устойчивость — это нахождение любой системы в границах равновесного состояния на протяжении определенного периода времени, при этом ключевой особенностью устойчивости является ее способность под действием тех или иных внутренних и внешних факторов возвращаться из неравновесного состояния обратно в равновесное. Кроме того, развитие можно назвать устойчивым только в том случае, если оно закладывает основы дальнейшего роста, в противном случае идет экстенсивное расходование существующих ресурсов, формирующее отсталость в будущем [5]. Поэтому управлением устойчивым развитием университетов можно назвать стратегически ориентированную систему, направленную на обеспечение вышеизложенных факторов в контексте образования. В настоящий момент существуют различные методы управления (см. табл. 1) данной системой, но отсутствует единая концепция, позволяющая управлять устойчивым развитием образовательных организаций России [6].

Таблица 1.

Методы управления устойчивым развитием

Метод	Описание
Системный подход	ВУЗ рассматривается как открытая организационная система, которая взаимодействует с внешней средой. Данный метод позволяет связать в единую систему эконмические, социальные и экологические факторы
Программно-целевой подход (MBO – Management by Objectives)	Заключается в разработке и реализации программ по устойчивому развитию, в которые четко определены цели, задачи и критерии оценки. Данный метод применяет в построении стратегии развития и позволяет формировать локальные проекты

Метод управления через KPI	Подразумевает установку целей и оценку их достижения через KPI. Данный метод позволяет формализовать повестку устойчивости через измеримые цели и применяется в годовых планах и оценке подразделений
Метод сбалансированной системы показателей (BSC)	Данный метод охватывает все аспекты деятельности университета, сочетаясь в рамках 4 индикаторов: финансы, процессы, развитие и клиенты. Позволяет построить комплексную систему мониторинга
Экспертно-аналитический подход	Заключается в экспертной оценке внутренних и внешних специалистов с последующим анализом и выводами. В рамках подхода применяются Delphi-опросы, SWOT-анализ устойчивости
Метод сравнительного анализа	Сущность метода в сопоставлении показателей с данными других университетов и стандартами. Сравнение с рейтингами и ESG-отчетами позволяет определить лучшие практики и ориентиры
Статико-аналитический метод	Представляет собой сбор, обработку и интерпретацию данных, в целях расчета KPI и анализа тенденций, что позволяет обосновать управленческие решения
Циклический (PDCA) метод	Метод основан на основе цикла: план-действие-тестирование-изменение. Применяется в ISO 21001 и внутреннем аудите, что позволяет постоянное реализовывать совершенствование системы устойчивого управления

Большинство из перечисленных в таблице 1 методов ориентированы на наличие показателей (см. табл. 2), которые, однако, отсутствуют в повестке ЦУР [7].

Таблица 2.

Показатели, отсутствующие в повестке ЦУР

Категория показателя	Примеры метрик	Область применения
Академическая устойчивость	• Число студентов на одного ППС; • Выполняемость образовательных программ; • Индекс вовлеченности студентов.	MBO, BSC, PDCA, программно-целевой

Финансовая устойчивость	• Доля внебюджетных доходов; • Расходы на 1 студента.	MBO, BSC, системный
Кадровая устойчивость	• Текучесть ППС; Уровень удовлетворенности сотрудников; • Доля молодых преподавателей.	MBO, BSC, программно-целевой
Цифровизация и эффективность процессов	• Доля автоматизированных процессов; • Время отклика на обращение; • Индекс цифровой зрелости.	BSC, PDCA, статико-аналитический

Для управления устойчивостью образовательных организаций данные показатели являются важными метриками, без которых невозможно выстроить концепцию устойчивого развития и для того, чтобы повестка ЦУР [8] стала реально применимой к системе высшего образования, на наш взгляд, необходимо расширить показатели Цели 4, добавив:

- Число студентов на одного ППС = кол-во преподавателей/общее кол-во студентов;
- Доля внебюджетных средств = сумма внебюджетных доходов/общий доход университета.

Включение этих показателей в повестку ЦУР позволит адаптировать глобальные цели к существующим управленческим практикам, что создаст основу для внедрения повестки устойчивого развития в управление организациями высшего образования [9].

Библиографический список

1. https://www.ioe.hse.ru/news/207809612.html?utm_source

2. https://www.rbc.ru/economics/11/10/2023/6523d6669a7947fbf1552967?utm_source

3. https://www.rbc.ru/society/06/03/2025/67c84aeb9a79477e34846804?utm_source

4. https://www.demoscope.ru/weekly/knigi/ns_09/acrobat/glava6.pdf?utm_source

5. Бахматова 2021 — Бахматова А. К. Механизм достижения целей устойчивого развития в России: проблемы и пути их решения / А. К. Бахматова, М. Г. Саришвили. DOI: 10.17513/fr.42973. EDN: CISKFK // Фундаментальные исследования. 2021; 3:12–16. ISSN 1812-7339

6. Данилова, О. В. Управление государственной собственностью в России: проблемы и анализ текущей ситуации / О. В. Данилова, И. Ю. Беляева // Вестник Астраханского

государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2024. – № 2. – С. 9-19. – DOI 10.24143/2073-5537-2024-2-9-19. – EDN HALOAD.

7. Беляева, И. Ю. ESG-факторы как инструмент формирования деловой репутации / И. Ю. Беляева, Н. П. Козлова, О. В. Данилова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2021. – № 4. – С. 15-21. – DOI 10.24143/2073-5537-2021-4-15-21. – EDN MXQMEJ.

8. Данилова, О. В. Система управления имуществом российских университетов: оценка эффективности и проблемы развития / О. В. Данилова, И. Ю. Беляева, Е. А. Сычева // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2023. – № 4(64). – С. 75-88. – DOI 10.26456/2219-1453/2023.4.075-088. – EDN RWWQRD.

9. Федорова, Л. А. Инструментарий оценки устойчивости процессов индустриализации и инновационного развития РФ / Л. А. Федорова, И. Ю. Бармин, Н. О. Цветкова // Вестник МИРБИС. – 2023. – № 1(33). – С. 93-105. – DOI 10.25634/MIRBIS.2023.1.10. – EDN SWUKXK.

Бармин Илья Юрьевич – аспирант, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, аналитик, barmin_iyu@pfur.ru.

Федорова Лидия Анатольевна – д.э.н., доцент, ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, профессор, laf2006@yandex.ru.

УДК 658.56

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СМК КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM NORMATIVE DOCUMENTATION AS A BASIS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE COMPANY'S INTERNAL PROCESSES

Букварев В.В., Козлова А.В.
Bukvarev V.V., Kozlova A.V.

Аннотация: в статье рассмотрены особенности внедрения нормативной документации системы менеджмента качества на машиностроительном предприятии. Проведен анализ существующих процессов, выявлены основные проблемы и предложены практические меры по их устранению, направленные на сокращение сроков согласования и повышения управляемости процесса внедрения. Результаты могут быть использованы для повышения эффективности функционирования системы качества на предприятиях производственного сектора.

Abstract: the article examines the specific features of implementing quality management system regulatory documentation at a machine-building enterprise. An analysis of existing processes is carried out, key issues are identified, and practical measures are proposed to reduce approval times and enhance manageability of the implementation process. The findings may be applied to enhance the effectiveness of quality management systems in the manufacturing sector.

Ключевые слова: система менеджмента качества, нормативная документация, машиностроение, внедрение, эффективность.

Keywords: quality management system, regulatory documentation, mechanical engineering, implementation, efficiency.

В современных условиях машиностроительная отрасль Российской Федерации сталкивается с необходимостью постоянного повышения качества продукции и эффективности внутренних процессов. Усиление конкуренции и рост требований со стороны заказчиков обуславливают важность внедрения систем менеджмента качества (далее – СМК), соответствующих стандарту ГОСТ Р ИСО 9001–2015 [1].

Ключевым элементом функционирования СМК выступает нормативная документация (далее – НД), определяющая порядок организации процессов, распределения ответственности, контроля и оценки результативности. Однако на практике процесс внедрения НД часто сопряжен с рядом проблем: значительными временными затратами на согласование, дублированием функций, несоблюдением требований и недостаточной автоматизацией. Это снижает скорость адаптации системы к изменениям и влияет на общую управляемость предприятия.

Целью исследования является повышение эффективности внутренних процессов машиностроительного предприятия на основе совершенствования порядка внедрения НД СМК [4].

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

– провести анализ действующего порядка согласования и утверждения нормативной документации СМК;

– выявить основные причины низкой результативности процесса;

– предложить комплекс организационных и цифровых решений, направленных на снижение временных затрат и повышение управляемости;

– оценить эффект от внедрения предложенных мер на примере конкретного предприятия.

Объектом исследования выступает процесс внедрения НД СМК на машиностроительном предприятии.

Предмет исследования — организационные и информационные аспекты процесса внедрения НД СМК в рамках функционирующей системы управления качеством.

Процесс внедрения НД СМК представляет собой важный элемент функционирования всей системы управления качеством предприятия. Он включает в себя разработку, согласование, утверждение и внедрение стандартов, регламентов, инструкций и процедур. На практике процесс внедрения часто сопровождается рядом затруднений, которые снижают общую эффективность и управляемость организации.

Анализ, проведенный с использованием метода Делфи на примере группы компаний «СТАН» — крупнейшего станкостроительного холдинга Российской Федерации, позволил выявить следующие типовые проблемы:

1. Значительные временные потери на этапах согласования и утверждения документации: процедура согласования документа в среднем занимает 5 рабочих дней в связи с большим числом согласующих лиц и отсутствием регламентации сроков на каждом этапе (82,5% респондентов);

2. Отсутствие единого алгоритма внедрения документации: на момент анализа процесс не был формализован в виде алгоритма (77,5% респондентов);

3. Недостаточная автоматизация процедур: несмотря на наличие системы 1С:ERP, не все этапы согласования и утверждения были цифровизированы, а контроль за сроками осуществлялся вручную (62,5% респондентов);

4. Отсутствие системы отслеживания статуса документа: участники процесса не имели возможности в реальном времени отслеживать, на каком этапе находится документ, что

затрудняло контроль, а с учетом высокой загруженности ответственных лиц, задействованных в процессе, это вызывало еще большие задержки (50% респондентов).

Дополнительно были выявлены факторы, влияющие на качество документооборота [5]: отсутствие системы обязательной фиксации причин возвратов и задержек, неоднозначность требований к формату и содержанию документации, слабая координация между функциональными подразделениями, а также возвраты документа на доработку по формальным причинам. Поэтому эффективность внедрения НД СМК зависит не только от содержания разрабатываемых документов, но и от качества организации самого процесса. Наличие узких мест и несогласованностей приводит к задержкам, усложнению взаимодействия и, как следствие, снижению эффективности системы управления качеством в целом.

Для решения выявленных проблем в процессе внедрения НД СМК на машиностроительном предприятии был разработан комплекс мероприятий. В качестве методологической основы использовался экспертный метод управления качеством – метод Делфи. В качестве фокус группы независимых экспертов в исследовании выступили специалисты и руководители по функциональным направлениям, а также директора группы компании «СТАН», которые имеют дело с НД СМК

В ходе первого раунда опроса были установлены, основные проблемы внедрения НД СМК, а во втором раунде эксперты предложили меры по повышению эффективности её внедрения. Опрос также показал высокую степень согласованности мнений относительно источников проблем и путей их решения.

На основе анализа предложений экспертов и внутренней аналитики был сформирован следующий набор мероприятий:

– сокращение количества согласующих лиц;
– введение жестких сроков согласования для каждого этапа;
– автоматизация напоминаний о согласовании;
– обязательная фиксация причин задержки согласования;
– внедрение электронной подписи для ускорения процесса;
– отображение статуса документа в 1С:ERP.

После составления списка, он был полностью реализован:

– разграничены типы согласований по согласующим: обязательные согласующие и информационные согласующие;
– введены матрицы ответственности – определены согласующих в зависимости от вида документа;

– настроена автоматическая «маршрутизации» документа в 1С:ERP по типу и минимальному числу согласующих;

– введены приоритетных категорий документов [2];

– в 1С:ERP были настроены автоматические уведомления согласующим лицам при приближении предельного срока. Если документ не согласован в течение 24 часов до крайнего срока, приходит дополнительное уведомление с высоким приоритетом с дублированием на почту;

– в случае превышения срока согласования система требует от пользователя указать причину задержки. Они фиксируются в системе 1С:ERP и попадают в отчет по задержкам;

– внедрена электронная цифровая подпись для подписания и согласования документации без необходимости её печати;

– в 1С:ERP создана информационная панель с визуальным отображением текущего статуса документа (лицо, в данный момент согласующее документ, время нахождения на данном этапе, крайний срок согласования).

Реализация комплекса предложенных организационных и цифровых решений позволила значительно сократить временные затраты и повысить управляемость процесса внедрения нормативной документации СМК.

Ключевые количественные результаты

В ходе анализа динамики показателей до и после внедрения изменений были зафиксированы следующие улучшения:

– Снижение среднего времени согласования документа с 5,0 до 2,9 рабочих дней (сокращение на 42%).

– Сокращение времени утверждения документа с 4,0 до 2,0 рабочих дней (сокращение на 50%).

– Общее сокращение продолжительности цикла внедрения с 24,5 до 19,5 дней (уменьшение на 20%).

– Уменьшение количества возвратов документа на доработку до утверждения на 43%, за счёт более четких требований и промежуточного контроля.

– Снижение количества просроченных согласований и утверждений более чем на 50%, благодаря введению напоминаний и жестких сроков.

– Сокращение среднего количества согласующих лиц с 7 до 5 человек на документ (снижение на 28,6%).

Анализ данных проводился на основе полугодовой статистики из 1С:ERP: два месяца до внедрения мероприятий и в течение четырех месяцев после их внедрения. Все этапы процесса отслеживались по временным меткам, что позволило обеспечить объективность анализа.

Помимо количественных результатов, также зафиксированы следующие качественные положительные изменения:

– Повысился уровень прозрачности процессов: сотрудники видят статус документа в реальном времени;

– Снизилась пиковая загруженность персонала за счёт снижения административной нагрузки и ускорения принятия решений.

Проведенное исследование подтвердило, что НД СМК играет важную роль в обеспечении эффективности функционирования процессов машиностроительного предприятия. Однако ее эффективность во многом зависит от организации самого процесса внедрения.

На основе экспертной оценки текущего состояния процесса были выявлены основные затруднения при внедрении: отсутствие регламентов, длительность согласования и слабая цифровизация процесса. В качестве решения был предложен комплекс мероприятий, включающий стандартизацию процедур, внедрение инструментов автоматизации на базе 1С:ERP, фиксацию сроков и контроль статусов документов [3].

Внедрение указанных мер позволило существенно сократить временные затраты на согласование и утверждение документации, снизить число возвратов, повысить прозрачность и управляемость процесса. Таким образом, реализованные меры показали свою эффективность как в части временных показателей, так и в контексте повышения качества взаимодействия между подразделениями, а показатель эффективности внедрения НД, рассчитываемый на основе временных, качественных и управленческих параметров, показал значительный рост, что позволяет сделать вывод о достижении цели исследования. Разработанные меры могут быть адаптированы и применены в качестве типового решения для других предприятий машиностроительной отрасли.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 21 с.

2. ГОСТ Р 53898 – 2013. Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Технические требования к электронному сообщению. – М.: Стандартинформ. – 2013. – 79 с.

3. Заика И. Т., Документирование системы менеджмента качества: учебное пособие / И. Т. Заика, Н. И. Гительсон. – М.: КНОРУС, 2010. – 192 с.

4. Жариков, В. Д. Результативность и эффективность СМК на промышленных предприятиях / В.Д. Жариков. – Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского – 2011. – С. 191–197.

5. Романченко Е.В. Теоретические и практические аспекты внедрения систем электронного документооборота в холдингах Российской Федерации: дис. канд. ист. наук / Е. В. Романченко. – М.: Научная библиотека диссертаций и авторефератов, 2013. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dissercat.com/content/teoreticheskie-i-prakticheskie-aspekty-vnedreniya-sistem-elektronnogo-dokumentooborota-v-kho – Дата обращения: 13.05.2025.

Букварев Виталий Владимирович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; BukvarevVV@gmail.com.

Козлова Александра Владимировна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; a.kozlova@stankin.ru

УДК 338.364

ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМА АНАЛИЗА ДАННЫХ ЗАПРОСОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕКЛАМАЦИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ
IMPLEMENTATION OF THE DATA ANALYSIS MECHANISM FOR REQUESTS AND COMPLAINTS AT AN ENTERPRISE

Быкова А. В.

Bykova A. V.

Аннотация:в статье представлены результаты исследования одного из этапов жизненного цикла изделия – этапа сопровождения клиентов при эксплуатации продукции производственного предприятия. Для определения обратных связей процесса сопровождения с производственными процессами разработан математический аппарат интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания и рекламаций предприятия, накапливаемых через CRM-систему. Внедрение данного механизма анализа влечет за собой изменение текущих бизнес-процессов предприятия и обновление информационного пространства предприятия. В статье смоделирована обновленная схема процессов производственного предприятия, при внедрении математического аппарата анализа данных.

Abstract:the article presents the results of explore one of the product lifecycle stage – customer support during the operation of the enterprise products. To determine the feedback of the support process with production processes, a mathematical mechanism for data analyzing from customer requests and complaints stored in a CRM system has been developed. The implementation of the analysis mechanism entails changing the current business processes at an enterprise and updating the information space at an enterprise. In the article developed the model of updated process at an enterprise includes the mathematical mechanism of data analysis.

Ключевые слова: CRM-система, математический анализ, процессы, автоматизация, ЖЦИ, сопровождение, сервис, рекламация.

Keywords: CRM-system, mathematical analyzing, process, automation, product lifecycle, support, service, complaint.

В рамках государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» по переходу производственных предприятий на цифровые технологии для производственных и управленческих процессов, утвержденной распоряжением Правительства России от 28 июля 2017 г. №1632-р [1] актуальной является задача моделирования автоматизированных систем управления этапами жизненного цикла изделия производственного предприятия (далее ЖЦИ).

Проведенный анализ бизнес-процессов одного из российский производственных предприятий показал недостаточную проработку одного из этапов ЖЦИ - этапа

сопровождения клиентов предприятия при эксплуатации продукции и отсутствие достаточных исследований и публикаций в этой области [2]:

- отсутствуют автоматизированные механизмы контроля подпроцесса обслуживания клиентов предприятия;

- отсутствуют обратные связи с процессами производства;

- процесс сопровождения изолирован от остальных этапов ЖЦИ предприятия.

Для решения задачи определения взаимосвязей процесса сопровождения продукции с процессами производства на различных этапах ЖЦИ разработан математический аппарат интеллектуального анализа данных запросов сервисного обслуживания и рекламаций предприятия, накапливаемых через автоматизированную CRM-систему. [3] Разрабатываемый аппарат помогает выделить ключевые скрытые характеристики поступающих запросов, установить влияние технологических процессов производства на возникновение клиентских запросов (рекламаций) и выявить потенциальные риски дальнейшего возникновения инцидентов. Полученные результаты позволяют осознанно влиять на эффективность всего ЖЦИ.

После разрешения клиентского запроса CRM-система инициирует сбор и передачу данных в математический аппарат анализа данных на основе автоматизированной системы помощи принятия решений (далее СППР). Данный механизм позволяет установить зависимости и выделить ключевые характеристики поступающих запросов на основе статистики полученных запросов сервисного обслуживания от клиентов предприятия. А полученные результаты будут служить помощником в дальнейшем принятии управленческих решений и основой для анализа эффективности существующих технологических процессов производства. Система поддержки принятия решений (СППР) — это компьютерная система, которая путем сбора и анализа большого количества информации может влиять на процесс принятия решений организационного плана в бизнесе и предпринимательстве. [4]

Схема измененных процессов предприятия с внедрением универсального математического аппарата анализа данных запросов сервисного обслуживания, поступивших в CRM-систему промышленного предприятия, представлена на рисунке 1.

При построении схемы использована методология функционального моделирования и графической нотации IDEF0 (англ. function modeling), предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов. Данная методология является широко применимой и рекомендованной для исследования бизнес-процессов производственного предприятия при внедрении автоматизированных систем и построении информационного пространства промышленного предприятия. [5]

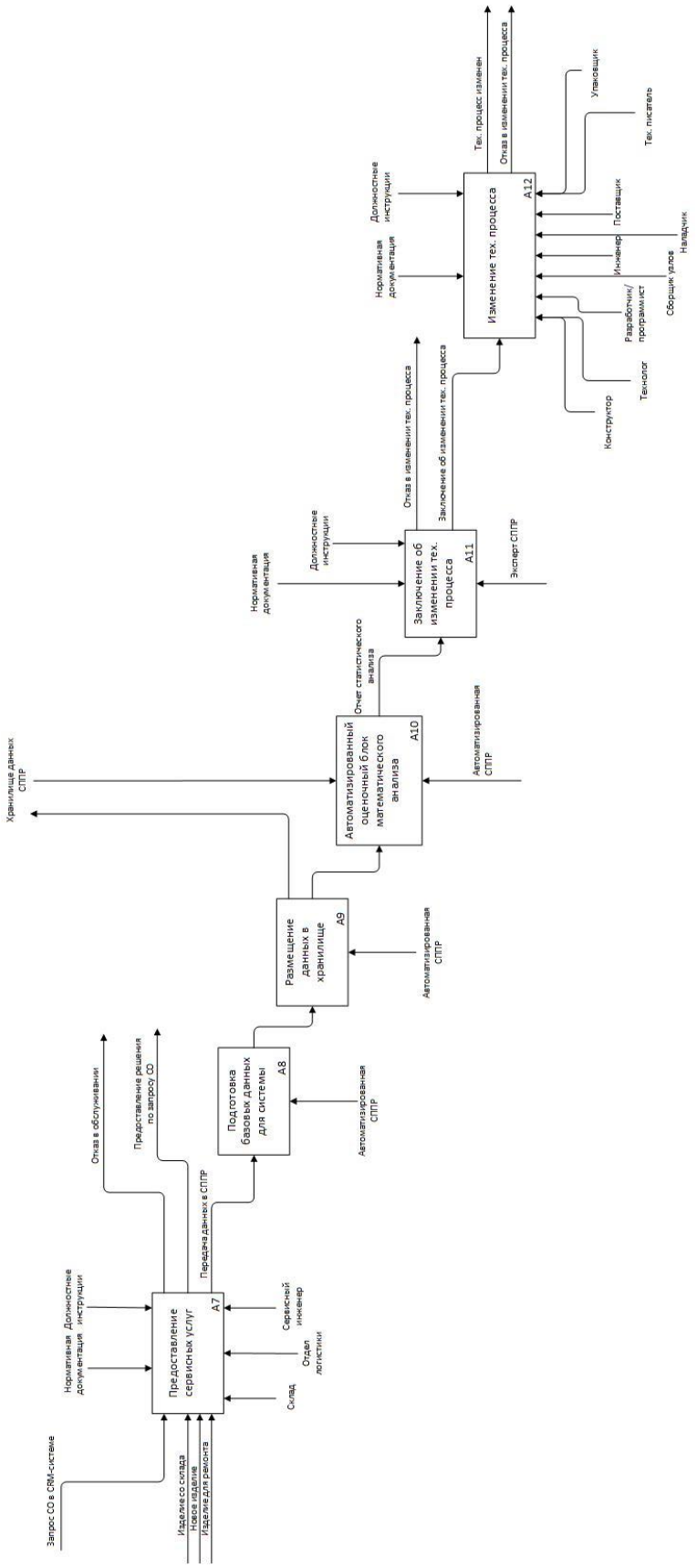

Рис. 1 Схема процесса статистического анализа данных поступающих запросов сервисного обслуживания предприятия с применением универсального математического аппарата анализа данных на основе автоматизированной СППР

Для принятия соответствующих управленческих решений на предприятии, которые влияют на технологические процессы производства и, как следствие, на качество и востребованность продукции, необходимо иметь возможность получать актуальную и непротиворечивую информацию из единого информационного пространства предприятия. Статистическая информация о выпускаемой продукции и накопительная база знаний с информацией по поступившим запросам в службу сопровождения и сервиса являются основой для анализа многомерных данных и построения СППР. Важно, чтобы решение для анализа данных имело устойчивые связи на уровне единой БД предприятия и использовало непротиворечивые данные. Путем соединения данных из различных документов и сущностей можно получить структурированную базу данных для оперативного анализа влияния технологических процессов на предъявленные запросы сервисного обслуживания и в автоматизированном режиме предоставить рекомендации по верификации соответствующих технологических процессов предприятия.

Разрабатываемое программное решение на базе математического аппарата применимо при проектировании и внедрении CRM-системы управления взаимоотношениями с клиентами на производстве и построении эффективной работы сервисного центра производственного предприятия. Представленная в статье модель процесса статистического анализа данных является универсальной и может быть внедрена в качестве базовой в процессы сопровождения и сервисного обслуживания продукции производственного предприятия.

Результаты исследования внедрены на одном из отечественных предприятий металлообработки и производства многокомпонентной сборочной продукции.

Библиографический список

1. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». – Текст : электронный // [Электронный ресурс] Национальный проект «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL: http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf (дата обращения 29.10.2024).

2. Быкова А.В. Оптимизация бизнес-процессов эксплуатационной поддержки программного обеспечения // Материалы XV всероссийской конференции с международным участием «Машиностроение: традиции и инновации (МТИ - 2022)». Сборник докладов. – М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022. – с. 66-73

3. Быкова А.В. Внедрение механизмов интеллектуального анализа данных рекламаций и запросов сервисного обслуживания продукции производственного предприятия //

Современные машиностроительные системы, технологии и инновации: сборник научных статей Международной научно-технической конференции (6 марта 2025 года); (отв. ред. Смоленцев Е.В.) – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2025. – с. 49-53

4. Прокопенко Н.Ю. Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс]: учеб. пособие /Н. Ю. Прокопенко; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – 188 с. ISBN 978-5-528-00202-6

5. Соломенцев Ю.М., Павлов В.В. Моделирование производительных систем в машиностроении. / Соломенцев Ю.М., Павлов В.В. – М.: Янус-К, 2010, – 228 с.

Быкова Анна Владимировна – аспирант кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», balabolik@mail.ru

УДК 519.237.5:004.9

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ KNIME В ПРОЦЕССЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

INTEGRATION OF KNIME SOFTWARE INTO STATISTICAL ANALYSIS PROCESSES

Вагин М.А., Козлова А.В.

Vagin M.A., Kozlova A.V.

Аннотация: В современных условиях автоматизация статистического контроля качества становится главным фактором повышения эффективности производственных и бизнес-процессов. В данной работе описан процесс расширения возможностей программного обеспечения KNIME с целью автоматизированного построения и анализа контрольных карт Шухарта – одного из основных инструментов статистического управления процессами.

Abstract: In modern conditions automation of statistical quality control is becoming the main factor in increasing the efficiency of production and business processes. This article describes the process of expanding the capabilities of the KNIME software for the purpose of automated egneration and analysis of Shewhart control charts – one of the main tools of statistical process control.

Ключевые слова: KNIME, контрольные карты, статистический контроль процессов (SPC), автоматизация анализа данных, качество.

Keywords: KNIME, control charts, statistical process control (SPC), automation of data analysis, quality.

Контрольные карты Шухарта (или карты статистического контроля процесса) – это инструмент статистического контроля процессов, разработанный Уолтером Шухартом в 1920-х годах [2]. Он позволяет отслеживать стабильность производственных и бизнес-процессов, выявляя отклонения, вызванные случайными колебаниями или значимыми изменениями. Основу карт составляют центральная линия (среднее значение величины) и границ регулирования ($\pm 3\sigma$) [3].

В настоящее время существует большое количество видом контрольных карт, но в классическом варианте чаще всего применяются карты для средних значений ($\bar{X}$), размахов ($\bar{R}$), медиан (Me) и стандартных отклонения (S).

В современном мире их применяют в промышленности (например, контроль качества на конвейере), медицине (анализ лабораторных показателей), логистике (контроль исполнения временных рамок сроков доставки), финансах (мониторинг транзакций) и IT (анализ производственных систем).

На практике регулярный расчёт контрольных границ и обновление карт вручную превращается в трудоёмкий процесс. Особенно это заметно в отраслях, где данные поступают непрерывно – например, в фармацевтике, где необходим постоянный мониторинг параметров производства лекарственных препаратов.

Сегодня на рынке представлено множество программных продуктов для статистического анализа – от профессиональных пакетов программного обеспечения вроде Minitab до скриптовых решений в виде библиотек для языка программирования Python. Однако при ближайшем рассмотрении наиболее популярные предложения обладают рядом ограничений (сравнение по наиболее важным для пользователя параметрам представлено в таблице 1).

Таблица 1.

Сравнение популярных инструментов для анализа контрольных карт (SPC)

Критерий	**Python (Stats-Models/ Seaborn**	**JMP(SAS)**	**Minitab**	**Tableau**
Гибкость	4	3	2	1
Автоматизация	4	3	2	1
Интеграция	4	3	2	1
Стоимость	Бесплатно	$1,5K+/год	$1,6K+/год	$70K+/месяц
Готовые SPC-шаблоны	Нет	Есть	Есть	Нет
Машинное обучение	4	3	Нет	Нет
Поддержка Big Data	4	2	Нет	1
Удобство для SPC	3	4	4	1

Исходя из анализа рынка готовых решений возникает закономерный вопрос: существует ли решение, которое сочетало бы доступность, гибкость, автоматизацию и простоту использования?

Ответом на этот вопрос может стать платформа KNIME (Konstanz Information Miner) – это открытая платформа для анализа данных, объединяющая визуальное программирование и мощные аналитические инструменты [4].

В отличие от Minitab, KNIME не требует лицензионных отчислений, а по сравнению с Python – не вынуждает пользователей писать сложный программный код. Но главное преимущество платформы перед конкурентами заключается в её гибкости. Например

- В сравнении с JMP, который ориентирован на интерактивный анализ, KNIME позволяет полностью автоматизировать последовательность взаимосвязанных шагов, которые выполняется для построения контрольных карт (pipeline), не требуя вмешательства пользователя.
- В отличие от Python-библиотек, которые нужно адаптировать под каждый новый набор данных, KNIME предоставляет интуитивно понятный интерфейс, где логика обработки настраивается через перетаскивание блоков.

Кроме того, KNIME поддерживает интеграцию с внешними системами – базами данных, CRM и ERP-платформами, что делает его идеальным решением для предприятий, где контроль качества встроен в общую логику производственных и бизнес-процессов [4].

Реализация алгоритма в KNIME предполагает автоматизацию процесса «ручного» построения контрольных карт Шухарта, то есть по схеме, представленной на рисунке 1.

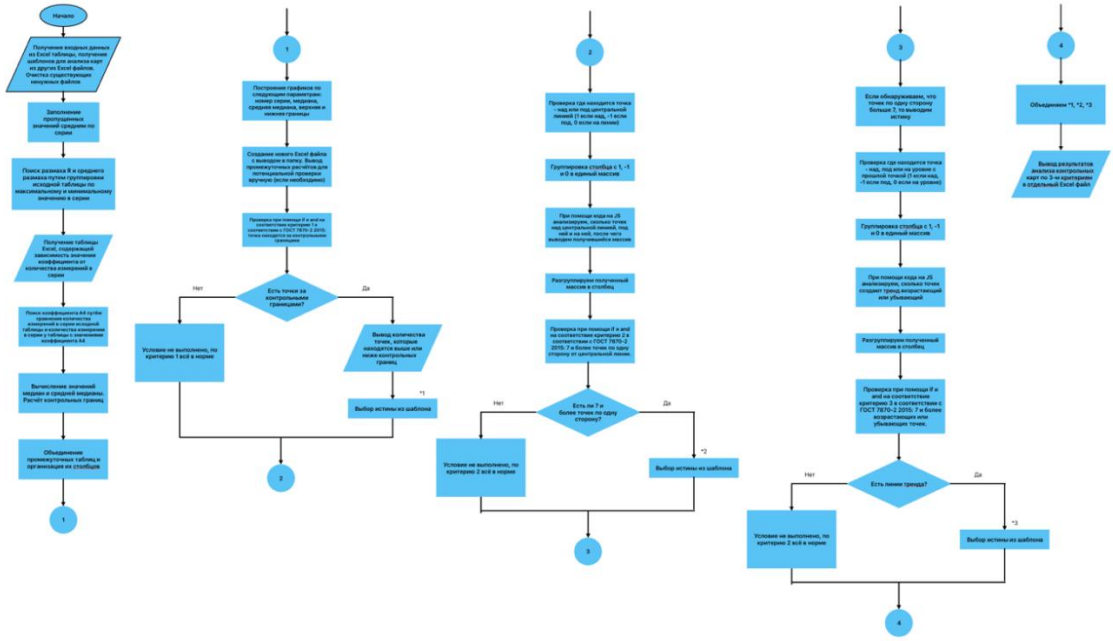

Рис. 1. Блок-схема алгоритма автоматического построения контрольных карт Шухарта на платформе KNIME

Предварительно на вход подаются следующие файлы:

– Файл формата .xlsx с сериями измерениями (рис. 2). Количество измерений в серии может быть от 2 до 25 (в соответствии с ГОСТ 7870-2 2015 [2]), а количество серий не ограничено (но чем больше их количество, тем ниже скорость выполнения алгоритма и выдачи готового результата).

– Файл формата .xlsx с шаблонами результатов анализа по трём критериям, прописанным в ГОСТ 7870-2 2015 [2].

– Файлы формата .xlsx с значениями коэффициентов A_2 и A_3 (для построения контрольной карты средних значений двумя способами), A_4 (для построения контрольной карты медиан), D_3 и D_4 (для построения контрольной карты размахов), B_3 и B_4 (для построения контрольных карт стандартных отклонений) [2].

K83

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	№ выборки	Результат контроля							
2	1	47	44	32	35	20	32	47	20
3	2	19	31	37	25	34	37	19	34
4	3	19	16	11	11	44	11	19	44
5	4	29	42	29	59	38	29	29	38
6	5	28	45	12	36	25	12	28	25
7	6	40	11	35	38	33	35	40	33
8	7	15	12	30	33	26	30	15	26
9	8	35	32	44	11	38	44	35	38
10	9	27	26	37	20	35	37	27	35
11	10	23	26	45	37	32	45	23	32
12	11	28	40	44	31	18	44	28	18
13	12	31	24	25	32	22	25	31	22
14	13	22	19	37	47	14	37	22	14
15	14	37	12	32	38	30	32	37	30
16	15	25	24	40	50	19	40	25	19
17	16	7	23	31	18	32	31	7	32
18	17	38	41	0	40	37	0	38	37
19	18	35	29	12	48	20	12	35	20
20	19	31	35	20	24	47	20	31	47

Рис. 2. Файл формата .xlsx с исходными данными

После запуска программы нажатием кнопки «Execute all» на выходе получаем следующие результаты:

– Файлы формата .xlsx с исходными сериями измерений и промежуточными расчётами для построения контрольной карты средних значений $\bar{X}$ двумя способами (рис.3), размахов $\bar{R}$ (рис. 4), медиан Me или стандартных отклонений S.

– Построенные при помощи встроенного визуализатора контрольные карты.

– Файлы формата .xlsx с результатом анализа контрольных карт по трём критериям, прописанным в ГОСТ 7570-2 2015.

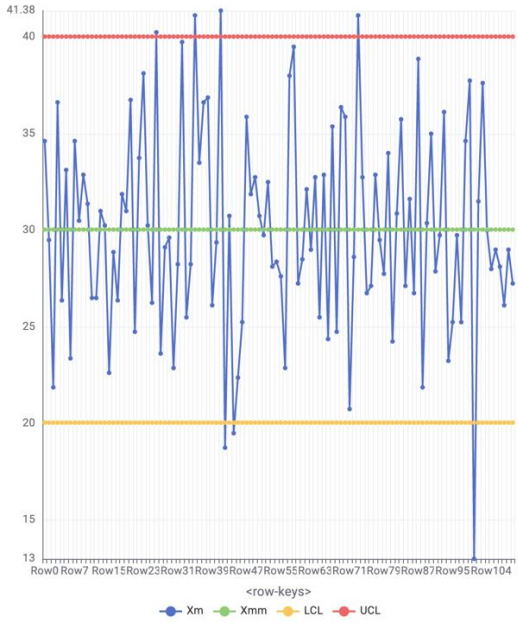

Рис. 3. Контрольная карта средних значений

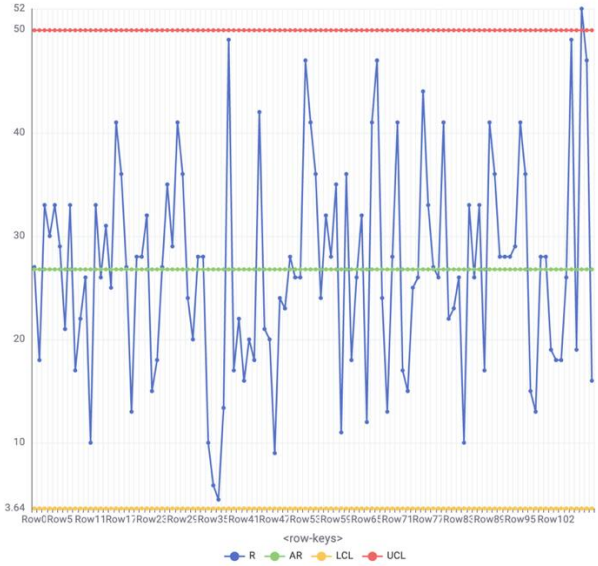

Рис. 4. Контрольная карта размахов

В результате проделанной разработки, данный подход позволил не только сократить временные затраты, но и минимизировать влияние человеческого фактора – ключевую причину абсолютного большинства ошибок, возникающих в процессе ручного анализа и построения контрольных карт Шухарта.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. – Введ. 2016-09-01. – М.: Стандинформ, 2015. – 32 с.

2. ГОСТ Р ИСО 3534-2-2019 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика. – Введ. 2020-07-01. – М.: Стандинформ, 2019. – 104 с.

3. Montgomery, D.C. Introduction to Statistical Quality Control / D.C.Montgomery. – 6th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2009. – 750 p. – ISBN 978-1-118-14681-1.

4. KNIME AG. KNIME Analytics Platform Documentation: Statistical Process Control (SPC) Nodes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.knime.com (дата обращения: 3 февраля 2025).

Вагин Михаил Артёмович – студент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», mikhail.vagin.2016@mail.ru

Козлова Александра Владимировна – к.т.н., федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», доцент, a.kozlova@stankin.ru

УДК 62-93; 62-987; 62-1/-9; 005; 62-5

МЕРОПРИЯТИЯ В РАМКАХ РАБОТ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ НПЗ

MEASURES WITHIN THE FRAMEWORK OF WORK ON IMPORT SUBSTITUTION OF COMPONENTS FOR EQUIPMENT OF EXISTING REFINERIES

Гололобов Д.В., Ахунова Л.В, Сиваш П.В.

Gololobov D.V., Akhunova L.V., Sivash P.V.

Аннотация: Работа посвящена разработке методик импортозамещения комплектующих для оборудования НПЗ. Предложены решения по определению потребности, подготовке проектной документации, входному контролю и планированию ремонтных работ. Разработаны чек-листы для оценки возможностей подрядчиков и планы ремонтных работ с циклограммами. Результаты направлены на снижение зависимости от импорта, оптимизацию затрат и повышение надежности оборудования НПЗ за счет использования качественных отечественных аналогов.

Annotation: The work is devoted to the development of import substitution techniques for components for refinery equipment. Solutions are proposed to determine the needs, prepare project documentation, input control, and plan repair work. Checklists have been developed to assess the capabilities of contractors and repair plans with cyclograms. The results are aimed at reducing dependence on imports, optimizing costs and improving the reliability of refinery equipment through the use of high-quality domestic analogues.

Ключевые слова: импортозамещение, комплектующие, НПЗ (нефтеперерабатывающий завод), FMEA/FMECA-анализ, чек-лист, циклограмма, проектная документация, конструкторская документация, технологическая документация, входной контроль планирование ремонтных работ, надежность, износ, прочность.

Keywords: import substitution, components, refinery (oil refinery), FMEA/FMECA analysis, checklist, cyclogram, design documentation, design documentation, technological documentation, input control, repair planning, reliability, wear, durability.

Нефтегазовая отрасль как раньше, так и сейчас остается одной из ключевых сфер в мировой экономике. Она обеспечивает значительную долю энергетических ресурсов, необходимых для функционирования промышленности и транспорта. В условиях глобализации спрос на нефть и газ продолжает расти, особенно в развивающихся странах. В то же самое время в текущей мировой ситуации в отношении нашей страны введённые санкции мешают партнерским отношениям предприятий в плане поставки комплектующих на действующее оборудование нефтеперерабатывающих предприятий (НПЗ) [1].

Для выработки решений в рамках данной проблематики был проведен анализ действующих НПЗ на предмет выявления технологических процессов и, как следствие, оборудования,

входящего в состав предприятия [2]. Условно технологические процессы НПЗ можно разделить на две категории: физические и химические. В рамках проводимой работы акцент был поставлен на оборудование, реализующее физические процессы технологических процессов НПЗ.

Для проведения последующего анализа было выделено 6 основных групп оборудования:

1. Колонное оборудование;
2. Теплообменное оборудование;
3. Технологические печи;
4. Резервуары и емкостное оборудование;
5. Трубопроводные системы и арматура;
6. Машинное оборудование.

Для определения потребности в комплектующих был проведен FMEA – анализ [3], с помощью которого определяются риски выхода оборудования из строя. С этой целью для каждого вида оборудования проводят:

- описание функций оборудования;
- вид сбоя, который может произойти (режим отказа);
- механизмы, создающие или влияющие на отказ;
- ожидаемые последствия сбоя;
- определение степени значимости отказа на работоспособность оборудования;
- выявление календарных сроков возможного отказа;
- положения, компенсирующие отказ.

Последовательность действий в проведении анализа была определена следующим образом:

- выбор конкретного вида анализа для решаемой задачи – FMEA или FMECA;
- задание границ проводимого анализа;
- определение требований и функций;
- выявление критериев и их состояний;
- фиксирование видов отказов и последствий;
- определение последствий для каждого вида отказа;
- формирование отчетности для принятия дальнейших решений.

По результатам FMEA-анализа были описаны 10 классов по степеням тяжести отказов, и для рассматриваемого объекта были выделены элементы конструкции, которые подвержены различного рода повреждениям, которые могут иметь как устранимый характер, так и

критический, ведущий к выходу оборудования из строя и, как следствие, последующему ремонту. Это позволило определить круг задач, которые дальше следует рассматривать в рамках импортозамещения комплектующих для ремонта. Для сортировки процессов последующих ремонтных задач сформирована сортировка видов отказа на выявленных деталях и видов отказов методом чек-листов.

Для деталей, где отказы определены как критические, формируется следующий этап импортозамещения, связанный с изготовлением комплектующих. Этап имеет определенную специфику, связанную с информационной защищенностью НПЗ, и имеет первичную проблему, которая заключается в отсутствии конструкторской документации на детали ремкомплектов и носят общеинформационную документацию, определяющую правила эксплуатации оборудования. Тогда этап связан с разработкой конструкторской и технологической документации силами НПЗ.

Разработка чертежей деталей (см. рис. 1) комплектующих осуществляется с опорой на существующую документацию по эксплуатации, которая дает возможность определения видов нагрузки, которую испытывает деталь в процессе эксплуатации, а также, опираясь на физическую деталь, разрабатывается геометрия детали с последующим нормированием чертежа по точности.

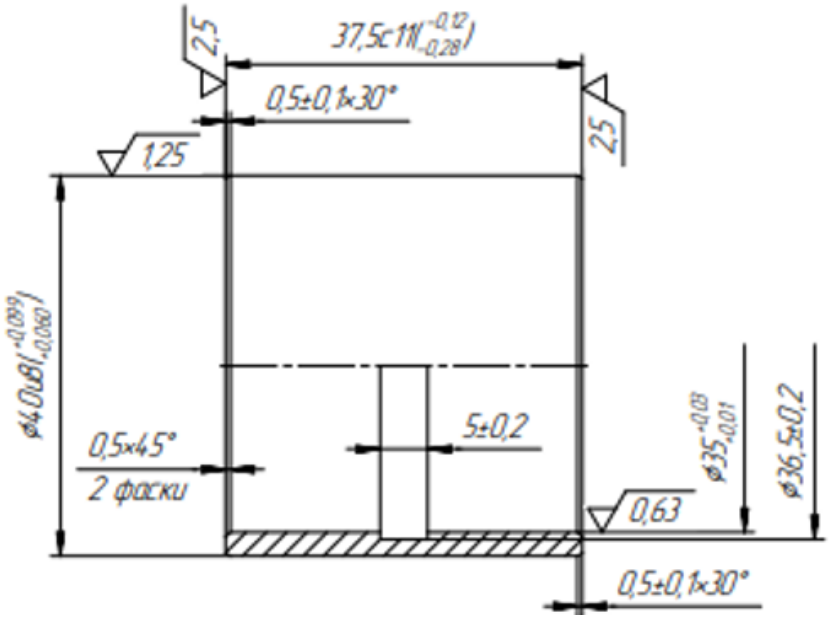

Рис. 1. Пример разработки чертежа на комплектующие детали для ремонта

Другой немаловажной проблемой является выбор материала для изготовления детали-заменителя. Опираясь на рекомендации изготовления аналогичного оборудования отечественного производства, из возможных вариантов используемых материалов был проведен FEM-анализ, который преследовал 3 определенные цели (см. рис. 2).

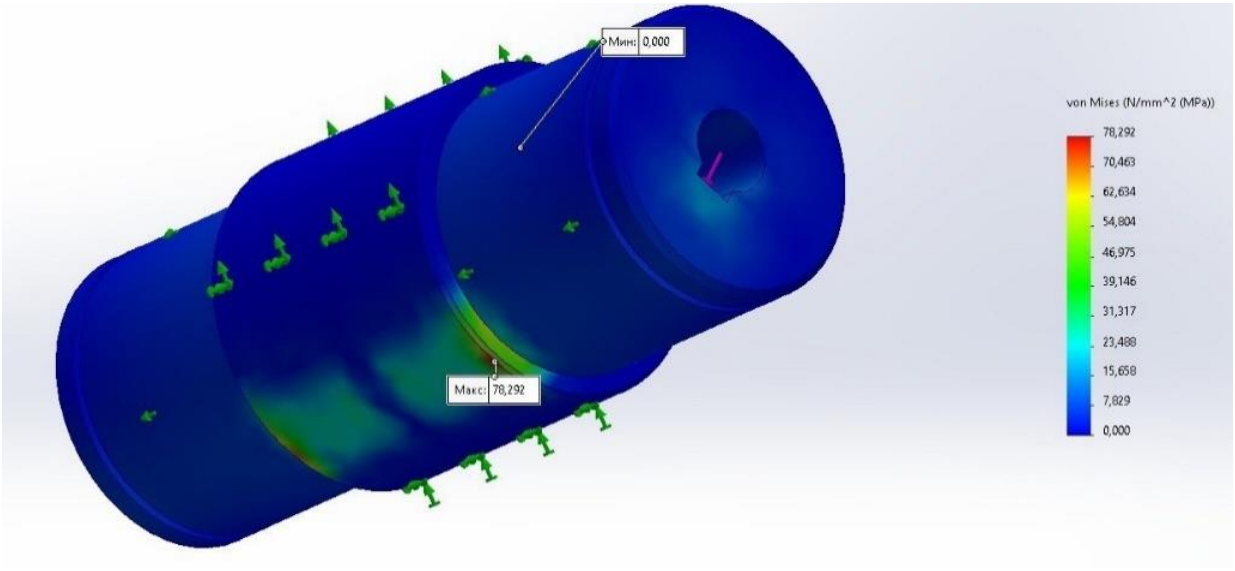

Рис. 2. Пример нагружения модели детали

Целью проведения данного вида анализа являлись: подбор отечественного материала, удовлетворяющего условиям эксплуатации заменяемой детали; определение потребности в методах упрочнения поверхностей детали, которые нужно учесть при разработке технологического процесса изготовления, а также выявление «узких» мест, на которых следует сосредоточить внимание при входном контроле получаемых деталей, которые будут выполняться на стороннем предприятии-изготовителе [4].

Разработка технологических процессов изготовления деталей позволяет определить технологические операции и, как следствие, требуемое технологическое оборудование и технологическое время. Это позволяет сформировать чек-лист запроса потребности технических требований, предъявляемых к предприятиям, которые выбираются в качестве исполнителей по изготовлению комплектующих и составления первичных смет на выполняемые работы (см. рис. 3).

После изготовления и получения комплектующих проводится входной приемочный контроль изделий, полученных от предприятий-подрядчиков. Опираясь на разработанную ранее, разрабатывают документацию по процессам контроля с концентрацией внимания в схемах контроля на установленные места возможных усиленных износов поверхностей для большей тщательности проводимых измерений, особенно в вопросах прочности детали.

Дальнейшим и завершающим этапом выполняемой работы была разработка планов проведения ремонтных работ, которые делились на два типа: работы, проводимые на месте (уличные работы), и работы, проводимые в помещении (непосредственно ремонтные работы). По результатам описываемого содержания работ с помощью циклограмм выявлялась очередность выполнения работ и их разделение между рабочими бригадами (см. рис. 4).

№	Технологический этап	Вид оборудования	Рекомендуемое оборудование	Наличие
1	Заготовительный			
		Кузнечно-прессовое	RAL 5005 HJ0802.5005	V
			KRWPR10B	V
			BA1132	X
2	Механическая обработка	Токарное	X3270 16282	V
			SPZ-1000 с УЦИ 21110000	X
			SPF-2000PH	V
		Фрезерное	Weida X6436	V
			TH-6370	V
		Сверлильное	OPTIdrill B13	X
			Weida Z30100	V
		Шлифовальное	M 1332	V
			FABTEC M618A	V
3	Контрольное			

Рис. 3. Пример разработки чек-листа для определения технологических возможностей предприятия-исполнителя

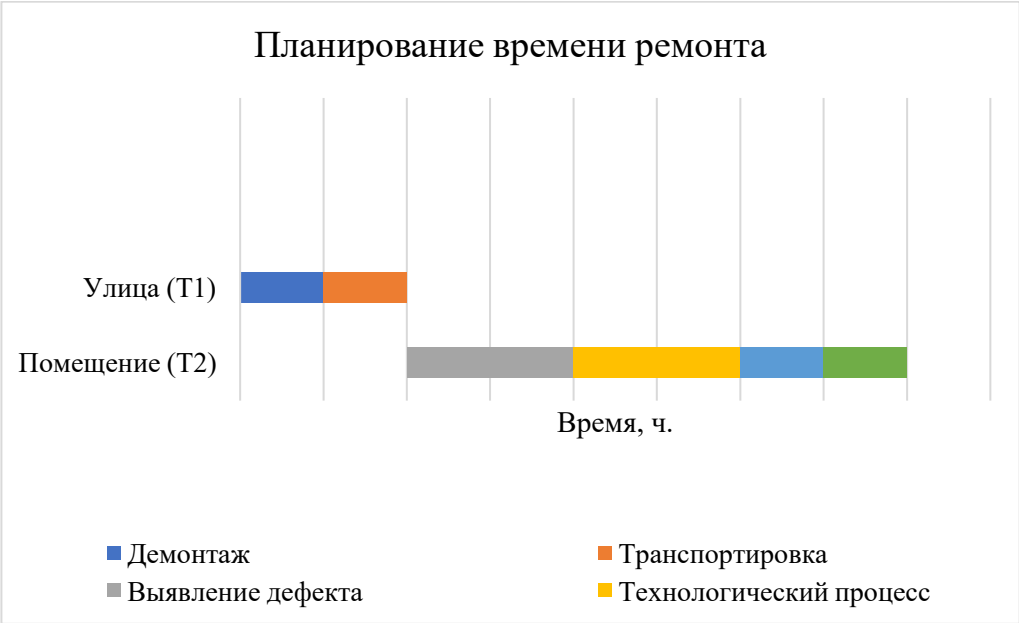

Рис. 4. Циклограмма планирования ремонтных работ

Это позволило сформировать календарные планы выполняемых работ, описать их в документации на проводимые ремонтные работы и оптимизировать процесс ремонта путем сокращения времени простоя рабочих бригад [5].

Вывод. Результатами проделанной работы являются проработка цикла работ по импортозамещению комплектующих для действующего оборудования НПЗ и методов выявления потребности в комплектующих; определение работ по подготовке проектной документации для предприятий-подрядчиков; разработка порядка проведения входного контроля с проработкой форм необходимой документации и определение подходов в планировании и проведении ремонтных работ [6].

Библиографический список:

1. Справочник нефтепереработчика: Справочник / Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко и М.Г. Рудина. – Л.: Химия, 1986. – 648 с., ил.

2. Гололобов, Д. В. Разработка стратегии импортозамещения комплектующих в составе действующего оборудования на НПЗ / Д. В. Гололобов, Л. В. Ахунова, П. В. Сиваш // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 60-летию ТИУ : Сборник статей конференции. В 3-х томах, Тюмень, 21–23 ноября 2024 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2025. – С. 262-264. – EDN QOZQUO.

3. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2019, 90 с.

4. Расчет и подбор втулок Taper Bush: методика и рекомендации / Инженерам. – URL: https://inner.su/articles/podbor-i-raschet-vtulok-taper-bush/ (дата обращения: 13.05.2025).

5. Р 50-60-88 ЕСТД. Правила оформления документов на технологические процессы ремонта. – М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1988, 16 с.

6. Гололобов, Д. В. Входной контроль изделий и комплектующих в условиях импортозамещения для нужд НПЗ / Д. В. Гололобов, П. В. Сиваш, Л. В. Ахунова // Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России : Тезисы докладов VIII Региональной научно-технической конференции, посвященной 100-летию профессора Ю.П. Желтова, Москва, 07–11 октября 2024 года. – Москва: Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, 2024. – С. 152-153. – EDN UKTLAD.

Гололобов Денис Владимирович – старший преподаватель кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, dgololobov@mail.ru.

Ахунова Лидия Вячеславовна – студентка 4-го курса группы МП-21-06, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, ahunova.lid@yandex.ru.

Сиваш Полина Викторовна – студентка 4-го курса группы МП-21-06, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, p.v.sivash@yandex.ru.

УДК 004.896

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CNN НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И РЕНТГЕНОГРАФИИ

AUTOMATED DEFECT CONTROL OF METAL PLATES USING CNN BASED ON MACHINE VISION AND RADIOGRAPHY DATA

Демьянец К.Р., Клочкова К.В.

Demyanets K.R., Klochkova K.V.

Аннотация: В данной работе представлен гибридный метод автоматизированного контроля дефектов металлических плит, основанный на синергии данных технического зрения и рентгенографии, обрабатываемых сверточными нейронными сетями (CNN). Целью исследования является разработка системы, способной с высокой точностью обнаруживать как поверхностные, так и внутренние (скрытые) дефекты, что представляет собой значительную проблему для традиционных методов контроля.

Abstract: This paper presents an innovative hybrid method for automated defect control of metal plates based on the synergy of machine vision and radiography data processed by convolutional neural networks (CNN). The aim of the study is to develop and evaluate a system capable of detecting both surface and internal (hidden) defects with high accuracy, which is a significant problem for traditional control methods.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, рентгенография, техническое зрение, контроль дефектов, искусственный интеллект.

Keywords: convolutional neural networks, radiography, machine vision, defect control, artificial intelligence.

Актуальность работы обусловлена растущими темпами внедрения автоматизированных систем в производство, что вызвано реализацией стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности («Распоряжение Правительства РФ от 07.11.2023 № 3113-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности»). Применение методов неразрушающего контроля (НК) – визуального осмотра поверхности на наличие дефектов и радиографического (рентгенографический) контроля внутренних дефектов становится незаменимым элементом таких современных автоматизированных систем, обеспечивающим высокую степень их автономии. Организация подобных самостоятельных систем в процессах контроля качества поверхности является важной задачей для производственных предприятий, особенно в отраслях с высокими требованиями к надежности и точности, таких как

аэрокосмическая промышленность, электроника и машиностроение. Эти методы формализованы в стандартах: ГОСТ 7512–82 описывает радиографический метод контроля и ГОСТ 21014-2022 который описывает дефекты металлопродукции из стали и сплавов [1][2].

Современные производственные процессы требуют не только высокой степени автоматизации, но и повышенной точности контроля, особенно при выявлении внутренних дефектов, которые могут остаться незамеченными при стандартном визуальном осмотре. Техническое зрение эффективно справляется с поиском поверхностных аномалий, однако его возможности ограничены при анализе внутренней структуры материала. Рентгенография позволяет визуализировать внутренние неоднородности, но традиционный анализ рентгенограмм человеком трудоемок и подвержен ошибкам. Сочетание рентгенографии с методами искусственного интеллекта, в частности со сверточными нейронными сетями (CNN), позволяет получить результат в короткие сроки и значительно сократить влияние человеческого фактора.

В рамках исследования была сформирована архитектура системы контроля дефектов, включающая в себя техническое зрение (для поверхностных дефектов) и рентгенографию (для внутренних и сложных поверхностных дефектов), которая включает в себя несколько основных компонентов, каждый из которых играет уникальную роль в сборе, обработке и анализе зафиксированной информации.

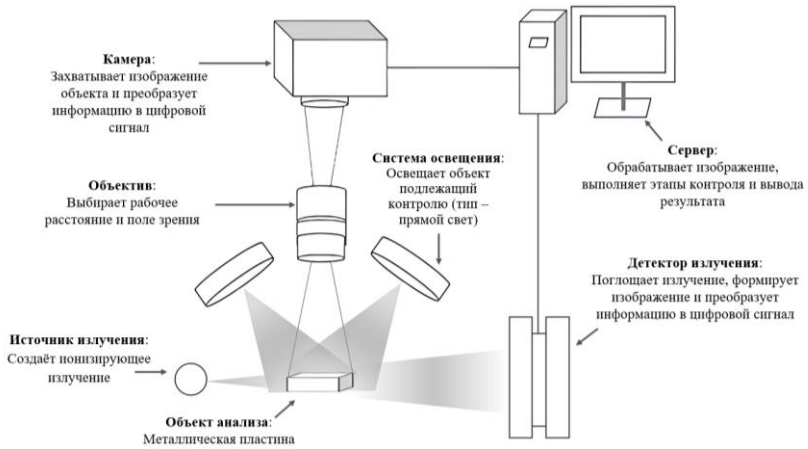

Рис. 1. Архитектура системы автоматизированного контроля дефектов

На основании представленной схемы (см. рис. 1) можно выделить следующие элементы: объект, система освещения, объектив, камера для создания внешних изображений, рентген-аппарат для создания внутренних изображений в составе которого источник ионизирующего излучения и детектор, регистрирующий дефектоскопическую информацию, сервер для обработки изображений.

В рамках исследования был сформирован математический аппарат для обработки изображений в системе технического зрения. Он строится на последовательном применении

математических операций, направленных на выделение ключевых объектов и подавление шумов. Каждый этап преобразований можно представить как цепочку операций, модифицирующих исходные данные.

Исходное изображение формата BGR кодируется трёхмерной матрицей размером $M \times N \times 3$, где каждый элемент I_{ij} содержит значения интенсивности синего, зелёного и красного каналов. Для упрощения обработки изображение преобразуется в одноканальное, используя взвешенное усреднение цветовых компонент. Формула преобразования в градации серого учитывает особенности человеческого зрения:

$$\mathrm{I_{gray}(i,j)} = 0.299 \cdot \mathrm{R(i,j)} + 0.587 \cdot \mathrm{G(i,j)} + 0.114 \cdot \mathrm{B(i,j)}, \quad (1.1)$$

где R, G, B — интенсивности красного, зелёного и синего каналов в точке (i, j). Коэффициенты 0.299, 0.587 и 0.114 отражают вклад каждого канала в восприятие яркости.

Следующий этап — подавление шумов. Для этого применяется свёртка изображения с гауссовым ядром, которое «размывает» резкие перепады яркости, сохраняя общую структуру объектов. Двумерная функция Гаусса задаётся выражением:

$$\mathrm{G}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}, \quad (1.2)$$

где σ определяет радиус размытия: чем больше σ, тем сильнее сглаживание. Свёртка вычисляется для каждого пикселя (i, j) как взвешенная сумма интенсивностей соседних пикселей в окрестности радиусом k:

$$I_{\mathrm{blur}}(i,j) = \sum_{m=-k}^{k} \sum_{n=-k}^{k} G(m,n) \cdot I_{\mathrm{gray}}(i-m, j-n). \quad (1.3)$$

Это эквивалентно перемещению ядра по изображению и замене центрального пикселя на среднее значение, взвешенное по гауссову распределению.

После сглаживания выполняется адаптивная бинаризация, которая преобразует полутоновое изображение в чёрно-белое. В отличие от глобального порога, адаптивный метод учитывает локальные особенности яркости. Для каждого пикселя (i, j) порог $T(i, j)$ вычисляется как средняя интенсивность в окне размером $(2k + 1) \times (2k + 1)$ вокруг него. Пиксель считается принадлежащим объекту, если его интенсивность ниже порога на величину C:

$$\text{если } I_{\mathrm{blur}}(i,j) < T(i,j) - C, \text{то } I_{\mathrm{bin}}(i,j) = 255, \text{ иначе } I_{\mathrm{bin}}(i,j) = 0. \quad (1.4)$$

Параметр C позволяет регулировать чувствительность: увеличение C приводит к выделению только самых тёмных областей.

В результате обработки исходное изображение проходит несколько этапов преобразований: перевод в градации серого, сглаживание шумов, бинаризацию и морфологическую обработку [3][4]. Эти операции позволяют выделить ключевые объекты, минимизировать влияние шумов и подготовить данные для анализа.

Для комплексного анализа дефектов использовался метод слияния признаков (Feature-level Fusion). Алгоритм включает две параллельные ветви CNN, где первая обрабатывает визуальные снимки поверхности, а вторая анализирует рентгенограммы внутренней структуры.

После серии сверточных и пулинговых слоев карты признаков из обеих ветвей объединяются конкатенацией. Важно, чтобы их размерности были согласованы. Полученный объединенный набор признаков поступает в общие слои сети, которые определяют наличие и тип дефекта, учитывая как внешние (см. рис. 2), так и внутренние особенности материала (см. рис. 3).

Контроль поверхности промышленной камерой: Изображение металлической пластины захватывается камерой с прямым освещением и сохраняется в формате PNG. На сервере выполняется предобработка, после чего CNN анализирует текстуру поверхности, выделяя аномалии от 50 мкм [2].

Рентгеновский контроль внутренних дефектов: Одновременно с камерой рентген-аппарат генерирует излучение, которое проходит через объект. Детектор фиксирует ослабление лучей, формируя цифровой снимок в формате DICONDE. Который конвертируется в серию PNG-изображений для совместимости с CNN [5].

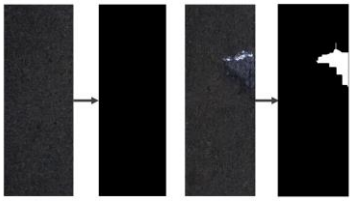

Рис. 2. Пример данных для обучения нейронной сети, применяемой для контроля поверхности

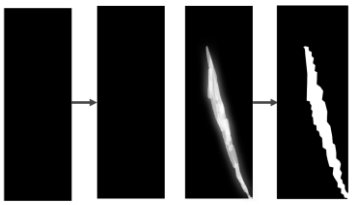

Рис. 3. Пример данных для обучения нейронной сети, применяемой для рентгеновского контроля внутренних дефектов

Результаты экспериментов

1. Модель 1 (ТЗ-CNN): CNN обучалась только на данных технического зрения для обнаружения поверхностных дефектов (царапины, вмятины, коррозия).
2. Модель 2 (Рентген-CNN): CNN (с адаптированной архитектурой для рентгенограмм) обучалась только на рентгеновских данных для обнаружения внутренних дефектов (поры, трещины, включения) и сложных поверхностных дефектов, видимых на рентгенограммах.
3. Модель 3 (Комби-CNN): CNN с предложенной архитектурой промежуточного слияния данных, обучалась на комбинированных данных технического зрения и рентгенографии.

Оценка проводилась на тестовой выборке, содержащей как поверхностные, так и внутренние дефекты различных типов. Основные результаты представлены на диаграмме (см. рис. 4).

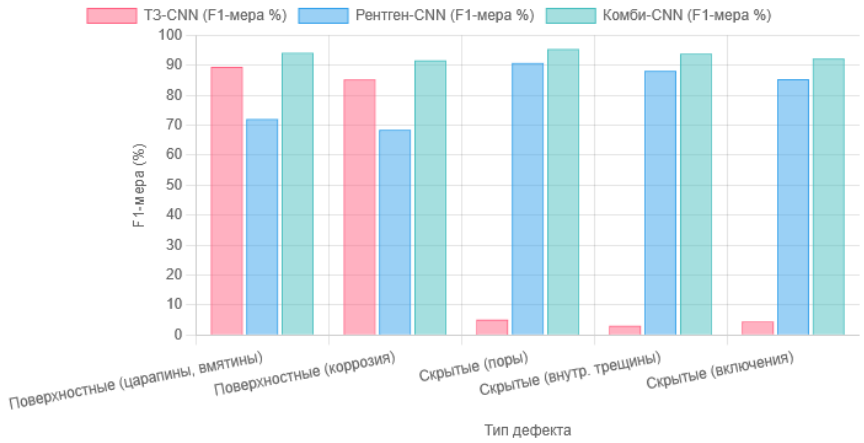

Рис. 4. Сравнение F1-меры различных моделей для разных типов дефектов.

Синергетический эффект заключается в том, что объединенная модель обучается на более полном наборе признаков, характеризующих объект контроля. Модель учится коррелировать поверхностные проявления с возможными внутренними аномалиями и наоборот, что приводит к более глубокому "пониманию" состояния металлической плиты.

В рамках исследования была сформирована архитектура свёрточной нейронной сети CNN (см. рис. 5). Архитектура модели включает в себя три последовательных сверточных слоя, каждый из которых сопровождается операцией батч-нормализации и нелинейной активации ReLU. Первый слой принимает на вход одноканальные изображения в градациях серого, преобразуя их в 32 карты признаков с использованием ядер размером 3×3. Последующие слои увеличивают глубину представления данных до 64 и 128 карт признаков, что позволяет модели выявлять как локальные, так и глобальные особенности изображений. После каждого сверточного слоя применяется операция макс-пулинга с ядром 2×2, которая уменьшает пространственную размерность данных в два раза, сохраняя при этом наиболее значимые признаки.

В рамках исследования была сформирована методика автоматизированного контроля дефектов металлических плит, основанная на комбинированном использовании данных технического зрения и рентгенографии с применением сверточных нейронных сетей (см. рис. 6). Процесс начинается с захвата изображения металлической пластины промышленной камерой и рентген-аппаратом. Изображения в формате PNG сохраняется во временном буфере, после чего отправляется на локальный сервер с подтверждением получения. Далее на сервере выполняется предобработка изображения. Далее модель анализирует текстуру поверхности,

выделяя аномалии размером от 50 мкм, и присваивает каждой зоне вероятность дефектности. Результаты обработки визуализируются в бот-интерфейсе, реализованном с помощью telebot (рис. 7). В случае, если плита содержит, система автоматически формирует PDF-отчёт с координатами проблемных зон. Одновременно данные архивируются в облачное хранилище для последующего дообучения модели.

Рис. 5 – Архитектура свёрточной нейронной сети (CNN)

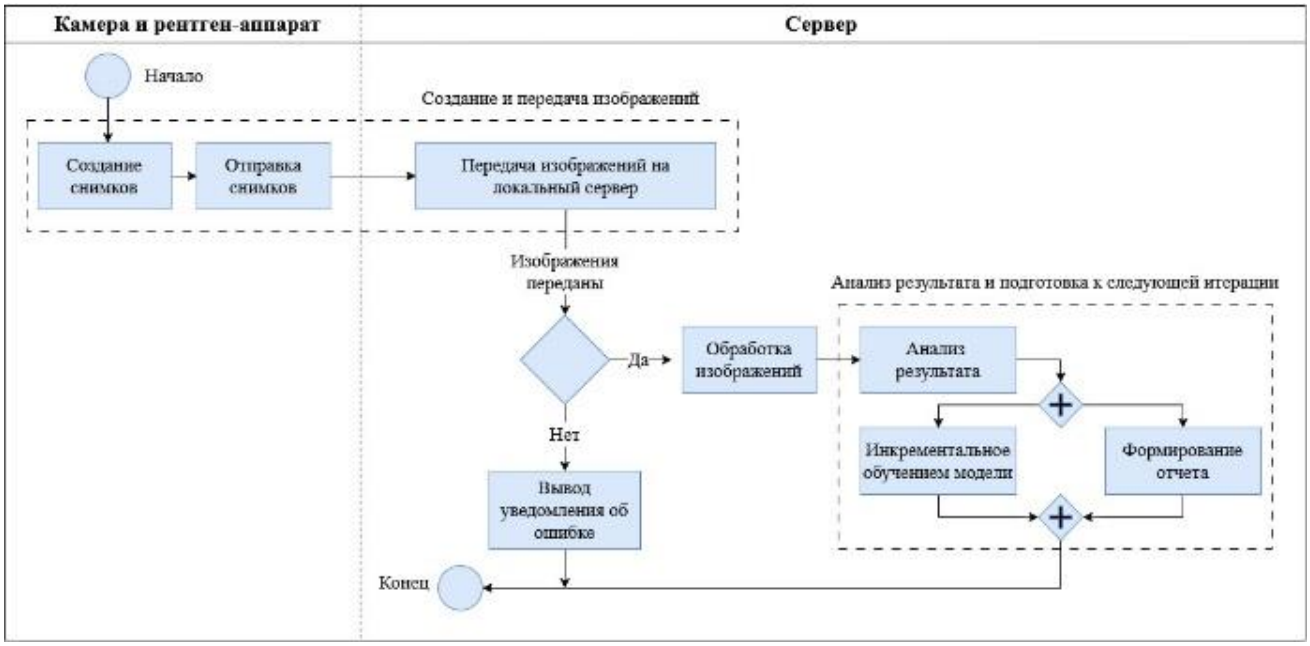

Рис. 6 – Методика контроля дефектов с помощью автоматизированной системы

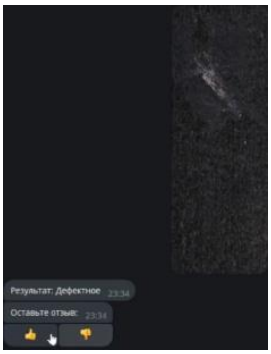

Рис. 7. Интерфейс для работы с обученной моделью нейронной сети, реализованный с помощью telebot

Рис. 8. Результаты работы модели сверточной нейронной сети для рентгеновских изображений и изображений с камеры

Ключевые результаты работы подтверждают, что комбинированная модель CNN (Комби-CNN) продемонстрировала среднюю F1-меру - 93,52% и общую точность - 96,3% на тестовой выборке (см. рис. 8), что значительно превосходит показатели моделей, использующих только один тип данных. Научная новизна работы заключается в разработке комплексного подхода к дефектоскопии, объединяющего сильные стороны технического зрения и рентгенографии с мощью глубокого обучения. Продемонстрирована эффективность адаптированных CNN для анализа сложных рентгенограмм металлических плит и синергетический эффект от слияния разнородных данных. Практическая значимость подтверждается возможностью создания более совершенных систем автоматизированного контроля качества в металлургии и машиностроении, что способствует повышению надежности продукции, снижению издержек и способствует переходу к цифровому производству.

Библиографический список

1. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий сварных соединений. Радиографический метод. — Введ. 1983-01-01.).

2. ГОСТ 21014-2022 Межгосударственный стандарт. Металлопродукция из стали и сплавов. Дефекты поверхности. Термины и определения. — Введ. 2023-01-01. — М. : Стандартинформ, 2022. — 14 с.

3. Бурков А. А. Машинное обучение без лишних слов. — Санкт-Петербург : Питер, 2020. — 288 с. — (Серия «Библиотека программиста»). — ISBN 978-5-4461-1560-0.

4. Глассner Э. Глубокое обучение без математики. Т. 2: Практика / пер. с англ. В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 412 с. — ISBN 978-5-97060-800-4.

5. Чижов П. В., Левин Э. Э., Митяев А. И., Тимофеев А. В. Приборы и методы рентгеновской и электронной дифракции : учебное пособие. — Москва : Московский физико-технический институт, 2021. — 152 с.

Демьянец Константин Романович – студент 4-го курса, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», kdemyanets@gmail.com

Клочкова Ксения Валерьевна – к.т.н., ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», доцент каф. АСОИиУ, kvsimonova@mail.ru

УДК 330.341.2

КАЧЕСТВО И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ

QUALITY AND TECHNICAL SYSTEMS: MODERN MANAGEMENT APPROACHES

Егорова М.Б., Чаплиц В.С.

Yehorava M.B., Chaplits V.S.

Аннотация: В современном мире управление, качество и технические системы играют одну из ключевых ролей в любой сфере производства. Управление способствует контролю работы производства и его качества. Качество показывает степень удовлетворённости потребителей. Технические системы состоят из взаимосвязанных элементов и функционируют как единое целое. Путём сбора и анализа информации были выявлены общие сведения об управлении, качестве, технических системах и особенностях управления ими. Также было проведено исследование с целью определения уровня технических систем, их качества и влияния на устойчивость экономики в Республике Беларусь.

Abstract: In the modern world, management, quality and technical systems play one of the key roles in any field of production. Management helps to control the work of production and its quality. Quality indicates the degree of customer satisfaction. Technical systems consist of interconnected elements and function as a single whole. By collecting and analyzing information, general information about management, quality, technical systems and their management features were revealed. A study was also conducted to determine the level of technical systems, their quality and impact on the sustainability of the economy in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: управление, качество, технические системы, принципы, анализ.

Keywords: management, quality, technical systems, principles, analysis.

Управление – это процесс планирования, организации и контроля для достижения целей организации. Управление играет одну из ключевых ролей в создании любой продукции, а также в работе различных предприятий, фабрик, учреждений и других организаций.

Задачами управления для любой организации любой направленности являются планирование целей и задач, организация выполнения задач для достижения необходимого результата, мотивация сотрудников и контроль процесса выполнения поставленных задач.

Планирование – это процесс создания, оценки и принятия комплексов экономических и социальных мероприятий для создания или развития субъекта. Данный процесс помогает сформулировать цель и план выполнения задач, которые помогут достигнуть нужной цели.

Организация – процесс формирования условий выполнения задач и создания её структуры. В неё входит подбор персонала, построение самих задач, и обеспечение всеми необходимыми ресурсами для достижения желаемого результата.

Мотивация – это процесс активизации всех сотрудников, работающих в организации с целью побуждения эффективной работы для достижения целей. Мотивация включает в себя выявление неудовлетворённых потребностей сотрудников, определение целей, направленных на их удовлетворение и разработку конкретных для повышения мотивации к успешному выполнению задач [4].

Контроль – процесс оценки и учёта результатов работы. Контроль помогает своевременно выявить проблемы и ошибки, чтобы не получить нежелательных результатов и не набрать к ним дополнительных проблем [1].

Определение качества имеет множество аспектов. С экономической точки зрения качество – это результат потребления объекта. С правовой точки зрения качество – это совокупность свойств объекта, соответствующих требованиям, установленным нормативными документами.

Основной задачей качества является максимальное удовлетворение всех потребностей целевой аудитории.

Качество в абсолютно любой организации оценивается в «степенях». Это помогает описать свойства продукции. И чтобы качество максимально соответствовало всем установленным свойствам, нужно его контролировать.

Черты управления качеством:

- постоянная модернизация;
- качество – результат деятельности организации;
- влияние внутренних и внешних факторов.

К внешним факторам можно отнести: уровень требования к качеству со стороны потребителей, наличие ресурсов, хороший уровень действия законодательства в сфере качества. К внутренним факторам относятся: качество управления, уровень технологий и оборудования, эффективность работы сотрудников, качество применяемых материалов.

Также фактором для оценки качества и выявления проблем являются удовлетворённость потребителей и производителей. Для производителя вся продукция, не имеющая дефектов, мешающих её продаже, представляет собой ценность. В то же время для потребителя ценность имеют лишь те характеристики товара, которые соответствуют его ожиданиям (см. рис. 1).

Рис. 1. Взаимоотношение ценностей потребителя и производителя (собственная разработка)

Для контроля качества существуют определённые принципы, которые гарантируют высокий уровень управления качеством:

1. качеством всегда нужно управлять;
2. не лечить симптомы, а изучать причину проблемы и в немедленном порядке её устранить;
3. каждый сотрудник несёт ответственность за качество продукции;
4. процесс качества должен быть непрерывным;
5. качество должно быть долгосрочной инвестицией.

Техническая система (ТС) – это упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, обладающая свойствами, которые не сводятся к простой сумме характеристик её отдельных компонентов. Главное назначение ТС – выполнение определённых полезных функций.

Существует четыре фундаментальных признака технической системы: функциональность, целостность, организация и системное качество. Если у объекта отсутствует хотя бы один из этих признаков, его нельзя считать технической системой [5].

Все элементы системы работают как единое целое. Разрушение связей между компонентами приводит к потере системных свойств. Элементы расположены и взаимодействуют по определённым правилам. Техническая система приобретает новые свойства, которых нет у её отдельных частей [3].

Технические системы можно разделить на несколько типов в зависимости от их надежности, продолжительности работы и способов резервирования.

Невосстанавливаемые: если система выходит из строя, её невозможно вернуть в рабочее состояние, и она больше не может выполнять свои функции. Восстанавливаемые: после отказа систему можно починить, и она продолжит работу. Смешанного типа: часть компонентов можно отремонтировать, а другие – нет.

По продолжительности работы технические системы разделяются на длительного и короткого времени работы.

Резервированные ТС имеют запасные элементы, которые берут на себя функции при отказе основных. Нерезервированные работают без дублирующих компонентов – отказ приводит к остановке (см. рис. 2) [4].

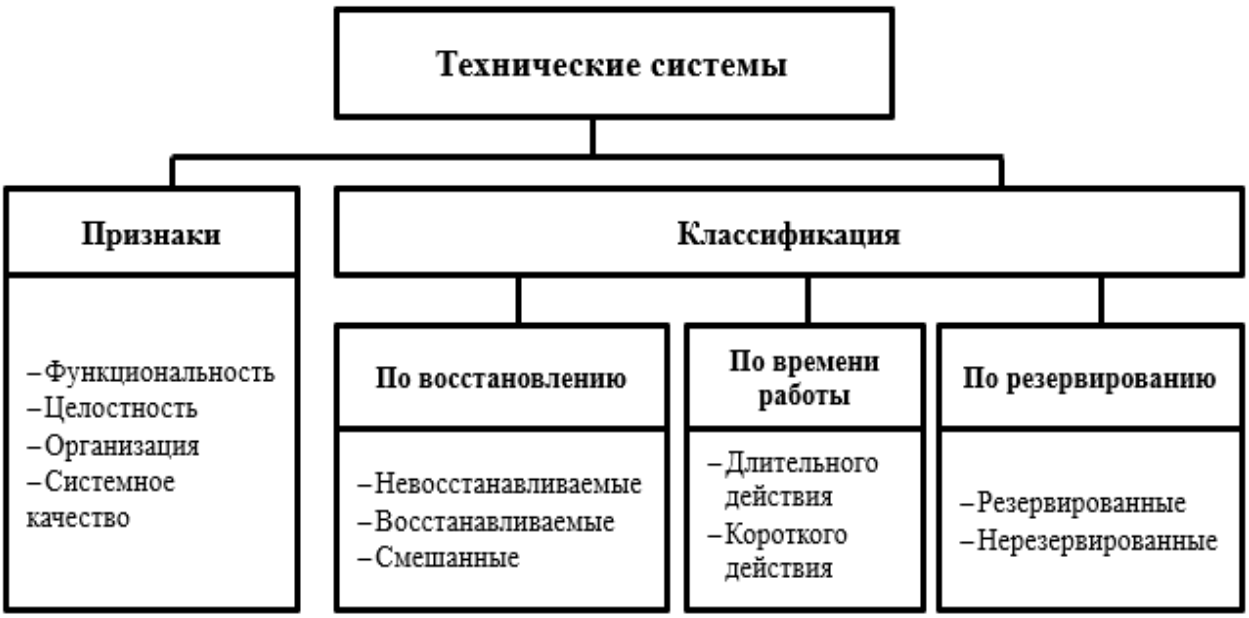

Рис. 2. Признаки и классификация технических систем (собственная разработка)

Современные технические системы часто работают в автоматическом или полуавтоматическом режиме, но требуют контроля со стороны оператора. Управление строится на принципе обратной связи: система анализирует входные данные, корректирует параметры и оптимизирует работу. Технические системы часто имеют иерархическую структуру, поэтому для

них требуется координация между подсистемами для предотвращения конфликтов. А также на работу ТС влияют внешние факторы, что требует систем защиты и адаптации.

Беларусь обладает развитым промышленным и научным потенциалом, что позволяет ей создавать и внедрять современные технические системы в различных сферах. Однако их качество и уровень развития существенно различаются в зависимости от сферы применения.

Промышленность и машиностроение демонстрируют одни из лучших результатов. Продукция таких гигантов, как МАЗ, БелАЗ и МТЗ, известна своей надежностью и востребована на международных рынках. Автоматизированные производственные линии и внедрение цифровых технологий позволяют этим предприятиям сохранять конкурентоспособность.

Транспортная система в Беларуси сочетает проверенные методы и новые технологии. В управление железнодорожным транспортом всё больше внедряются электронные сервисы. Но в области новых технологий, например беспилотных автомобилей, Беларусь пока отстает от ведущих стран мира.

В Беларуси IT-сектор – одна из самых быстро растущих отраслей. Со временем он становится всё важнее для экономики и всё больше влияет на развитие страны. Компании Парка высоких технологий создают программное обеспечение, которое конкурирует на мировом рынке, особенно в области кибербезопасности. Однако развитие инфраструктурных проектов идет медленнее, чем в соседних странах.

В 2020–2021 гг. резко вырос спрос на медицинскую технику, системы автоматизации и дистанционного управления. Производители столкнулись с нехваткой компонентов, из-за чего качество некоторых устройств временно снизилось. Но уже к 2022-2023 годам они нашли способы решить эти проблемы – начали производить детали внутри страны и искать альтернативных поставщиков.

Беларусь продуктивно развивает технические системы в промышленности, транспорте, IT и в других сферах. Основные направления – автоматизация, роботизация и замещение импортных товаров своими производствами.

Заключение: качество должно характеризоваться уровнем удовлетворенности потребителей и для его повышения необходима соответствующая система управления, в основе которой должен лежать процесс его контроля и оптимизации. Технические системы продолжают быть основным двигателем технологического прогресса, а их качество технических систем позволяет обеспечивать устойчивость экономики не только отдельно взятого предприятия или отрасли, но всей экономики страны. Современные тенденции в развитии технических систем свидетельствуют о стабильной взаимосвязи между сложностью системы, ее надежностью и экономической эффективностью эксплуатации, которые позволяют наиболее эффективно

осуществлять управление и достигать более высокие результаты производственно-хозяйственной деятельности.

Библиографический список

1. Функция управления, их понятие и содержание. – URL: https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/9946/1/lekciya-3_tom.pdf (дата обращения: 08.05.2025).

2. Качество как объект управления. – URL: http://fm.bseu.by/wpcontent/uploads/sites/17/student_materials/kafedra_organizacii_i_upravleniya/Menedzhment_kachestva_(konspekt_lekcij).pdf (дата обращения: 08.05.2025).

3. Классификация технических систем. URL: https://studfile.net/preview/3998199/page:5/ (дата обращения: 08.05.2025).

4. Техническая система: понятие, определение, свойства. URL: https://studfile.net/preview/5056628/page:9/#15 (дата обращения: 08.05.2025).

5. Система законов развития техники. – URL: trizguide.com/storage/app/media/books/salamatov/salamatov_jup_sistema_zakonov_razvitija_tehniki.pdf (дата обращения 08.05.2025).

Егорова Милана Борисовна – студент БНТУ, специальность Инженерная экономика, профилизация Цифровое производство, mila9a2007@gmail.com.

Чаплиц Виктория Сергеевна – студент БНТУ, специальность Инженерная экономика, профилизация Цифровое производство, chaplitsvika2007@gmail.com.

УДК 004.896

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS IN THE AUTOMATIC LIGHTING CONTROL SYSTEM

Жарылгапова К.Б., Клочкова К.В.

Zharylgapova K.B., Klochkova K.V.

Аннотация: в рамках данной работы спроектирована система управления освещением на основе нечеткой логики в среде разработки MATLAB

Abstract: in this paper, a lighting control system based on fuzzy logic was designed in the MATLAB development environment

Ключевые слова: нечеткая логика, искусственный интеллект, система автоматического управления, цифровая трансформация предприятий

Keywords: fuzzy logic, artificial intelligence, automatic control system, digital transformation of enterprises

Актуальность темы определена тенденциями и направлениями развития современного производства, которые включают в себя применение элементов искусственного интеллекта в решении задач управления техническими системами. Зачастую управление освещением на предприятиях осуществляется вручную, что не позволяет оптимизировать расход энергии, например, регулировать яркость в зависимости от времени суток или уровня естественного света, что также влияет на зрительный комфорт работников. Внедрение элементов искусственного интеллекта, в частности нечеткой логики, а также комбинирования ее с элементами IoT, дает возможность реализовать интеллектуальную систему управления освещением, которая позволит снизить энергопотребление и обеспечить адаптивное управление освещением для поддержания требуемой яркости. Это подтверждается результатами внедрения российской интеллектуальной системы управления освещением (ИСУО), разработанной НПО «Электромашина», что позволило снизить затраты на освещение от 40% до 90%. Также актуальность подтверждается курсом на цифровизацию, согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2024 года № 271-р, которое утверждает стратегию развития промышленности Российской Федерации до 2030 года.

Реализация такой системы автоматического управления освещением будет рассмотрена на примере участка механосборочного цеха, который включает в себя три основные зоны:

- Склад заготовок и готовых деталей;

- Зона штамповки. С помощью пресса на заготовках формируют необходимые формы и отверстия. Также детали могут подвергаться прессованию для получения окончательной формы или придания определенных свойств, например жесткости;
- Зона мастера. На столе мастера выполняется сборка деталей в небольшие узлы, которые впоследствии будут элементами более сложных конструкций.

На данном участке используется промышленная система освещения, которая питается от трехфазной электрической сети – 380 В. Освещение обеспечивают светодиодные (LED) лампы. Схема существующей системы освещения представлена на рисунке 1.

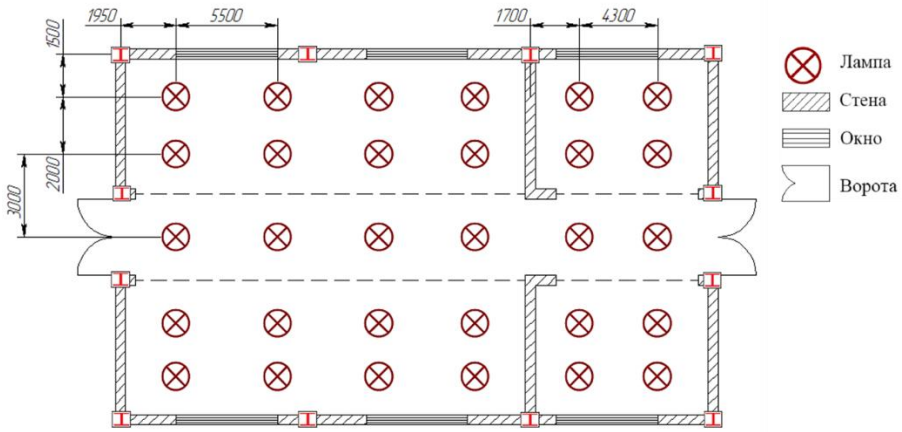

Рисунок 1. Схема системы освещения участка механосборочного цеха

В представленном участке цеха освещение работает по одному сценарию: по приходу на рабочее место рабочие включают свет и выключают, когда завершают свою работу и уходят с места по окончании смены. Здесь отметим очевидные минус:

- При достаточном естественном освещении пропадает необходимость в искусственном освещении, так как естественный свет обеспечивает необходимый уровень освещенности для выполнения работ.

Необходимо определиться с необходимым уровнем освещения в каждой зоне. Эти значения регламентируются СП 52.13330.2016 [4]. Для рассматриваемого объекта нормой являются следующие значения:

- Для общей зоны, а сюда относится проезд, склад заготовок и проходы между зонами, требуется от 75 люкс;
- Для зоны штамповки необходимо обеспечивать от 300 до 500 люкс;
- Для рабочего места мастера, где производится контроль качества и настройка оборудования, необходимо поддерживать от 500 до 750 люкс, так как важна точность при визуальном осмотре и проведении проверок.

Цвет освещения должен быть холодным, то есть 5000–6000 К. Этот тип света более

яркий и помогает рабочим лучше различать мелкие детали.

Для соблюдения данных норм необходимо получать актуальную информацию о текущем уровне освещенности, что может быть реализовано путем установки датчиков освещенности. Для реализации технологии IoT также необходимо заменить лампы на лампы, обеспечивающие возможность их использования в рамках данной технологии.

Схема размещения датчиков и ламп на участке механосборочного цеха представлена на рисунке 2:

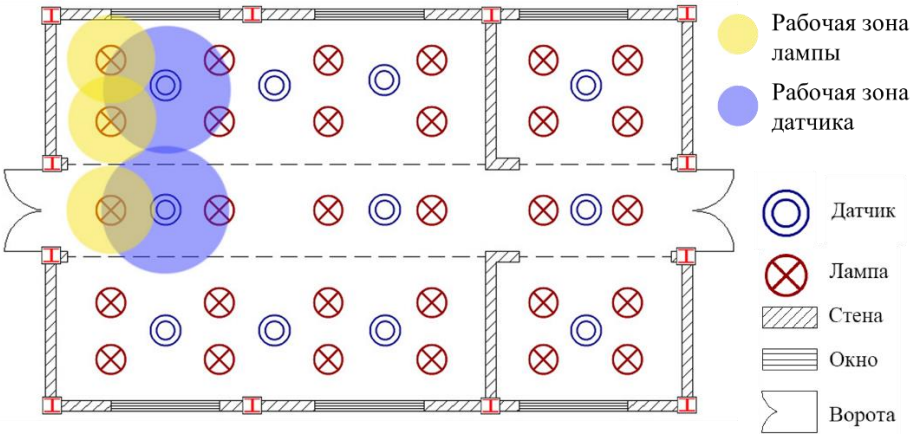

Рис. 2. Схема рабочих зон ламп и датчиков

Функциональные части системы управления и их взаимосвязь отображены на структурной схеме системы управления освещением помещения, которая представляет собой трехуровневую систему управления, состоящую из:

- 1 уровень – уровень датчиков, ламп и диммеры;
- 2 уровень – уровень локальных систем управления. В системе управления освещением на втором уровне находится программируемый логический контроллер, протокол связи;
- 3 уровень – панель управления, состоящая из человеко-машинного интерфейса, то есть автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

Структурная схема системы управления освещением представлена на рисунке 3.

Протокол DALI позволяет осуществить передачу данных между элементами управления без лишних проводов и установки сложных компонентов. Протокол поддерживает двустороннюю связь, поэтому можно отправлять и получать данные через IoT-протокол DALI.

В разрабатываемой системе для реализации возможности адаптивного автоматического управления используется блок нечеткого регулятора. Работа блока нечеткого регулятора основана на принципах нечеткой логики. В качестве входных переменных приняты значение текущего уровня освещенности, получаемое с датчика освещенности и значение величины

отклонения от необходимого уровня освещенности. В качестве выходной переменной - значение угла поворота диммера.

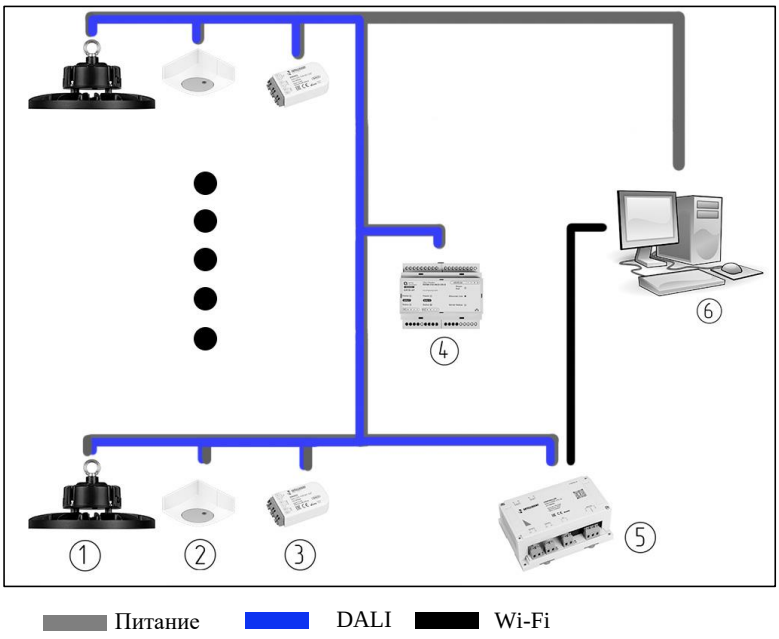

Рис. 3. Структурная схема системы управления освещением

Отметим ее компоненты: 1 – Лампы; 2 - Датчик освещенности; 3 – Диммер; 4 – Маршрутизатор; 5 – ПЛК; 6 - АРМ оператора;

Для лингвистической переменной «real» (значение уровня освещенности) термы заданы на промежутке от 100 до 900 лм, для лингвистической переменной «different» (значение отклонения от необходимого уровня освещенности) термы заданы на промежутке от 50 до 450 лм, а для выходной лингвистической переменной «dimmer» (значение поворота диммера) термы заданы на промежутке от 0 до 300°

Также разработана база правил, позволяющая автоматически формировать заключение о величине требуемого управляющего воздействия на объект на основе значений входных переменных. (см. рис. 4)

	Rule	Weight	Name
1	If real is low and difference is med then result is med	1	rule1
2	If real is low and difference is high then result is max	1	rule2
3	If real is medium and difference is low then result is nothing	1	rule3
4	If real is medium and difference is high then result is max	1	rule4
5	If real is high and difference is med then result is nothing	1	rule5
6	If real is high and difference is low then result is nothing	1	rule6
7	If real is medium and difference is med then result is noth…	1	rule7
8	If real is high and difference is high then result is nothing	1	rule8
9	If real is low and difference is low then result is nothing	1	rule9

Рисунок 4. Визуализация базы правил в ПО MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox)

На рисунке 5 приведены графики функций принадлежности лингвистических переменных, а также результат работы системы нечеткого вывода, реализованные с помощью ПО MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox).

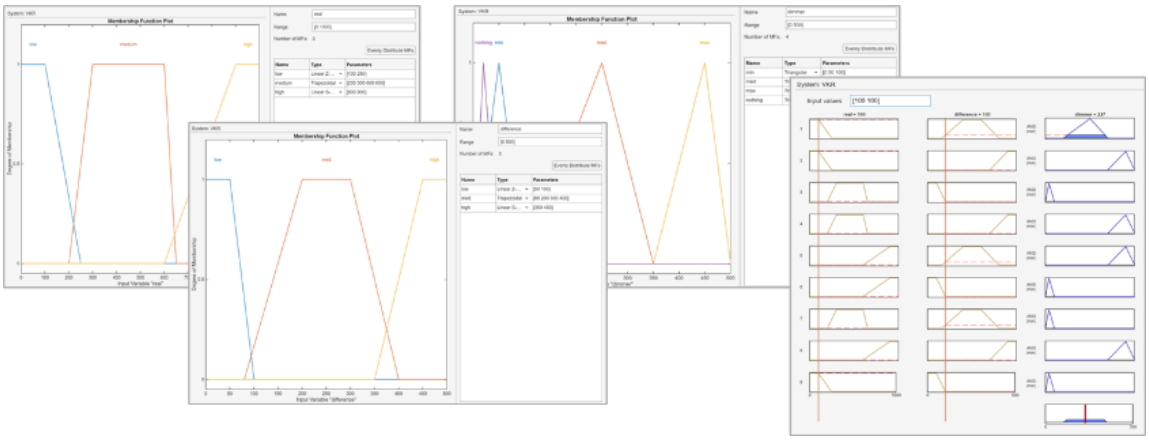

Рисунок 5. Графики функций принадлежности лингвистических переменных и результаты работы системы нечеткого вывода

Для реализации системы управления освещением, где система получает данные с датчика освещенности, вычисляет разницу между текущим уровнем и необходимым уровнем, и на основе этой разницы управляет диммером, используя нечеткий **регулятор**, использована среда моделирования MATLAB Simulink. (см. рис. 6)

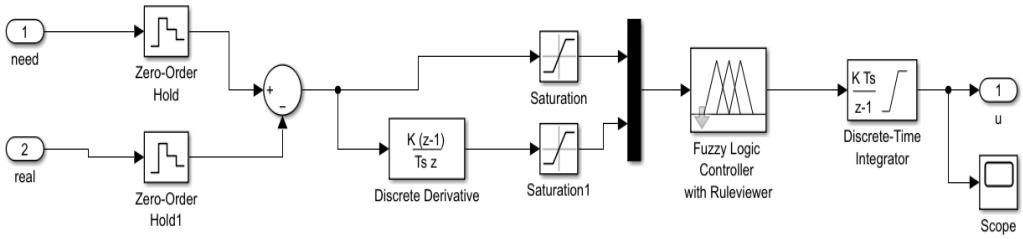

Рисунок 6. Моделирование процесса регулирования с помощью нечеткого регулятора в MATLAB Simulink

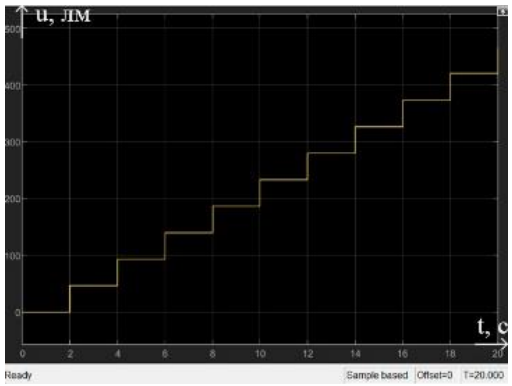

Рисунок 7. График переходного процесса

Настроив блоки и запустив процесс, получим график переходного процесса, приведенный на рисунке 7.

График отражает управляющий сигнал, который определяет величину корректировки уровня освещенности для приведения фактического значения к необходимому. Отсутствие резких колебаний или перерегулирования говорит о корректной настройке нечеткого регулятора

Библиографический список

1. ГОСТ 55710-2013. Системы освещения производственных объектов. — Введ. 2013.
2. ГОСТ Р 54350-2011. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. — Введ. 2011.
3. ГОСТ Р 54944-2012. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности. — Введ. 2012.
4. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. — Москва : Минстрой России, 2016. — 126 с.
5. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 606 с. — ISBN 978-5-9912-0060-8.
6. Кузнецов А. В., Макарьянц Г. М. Синтез нечёткого регулятора при помощи пакета прикладных программ системы Matlab : методическое пособие. — Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2016. — 59 с.
7. Мохирева А. О., Логинова П. В., Мелехин Е. М., Костарев В. И. Системы адаптивного регулирования освещения в умных зданиях. — Санкт-Петербург, 2018. — 9 с.
8. Martin C. Digital Transformation 3.0: The New Business-to-Consumer Connections of The Internet of Things. — 2019. — 282 с.

Жарылгапова Карина Бигельдеевна – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», студент 4-го курса, neymar8034@gmail.com.

Клочкова Ксения Валерьевна – к.т.н., федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», доцент кафедры АСОИиУ, kvsimonova@mail.ru.

УДК 658.5.011

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С СИСТЕМОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКАХ

THE USE OF SIMULATION MODELING WITH A DECISION SUPPORT SYSTEM IN EXPERIMENTAL DIGITAL TWINS

Коротеев Т.И.

Koroteev T.I.

Аннотация: в статье рассмотрено применение имитационного моделирования в системах поддержки принятия решений с использованием экспериментальных цифровых двойников. Представлен новый подход к оптимизации конфигураций производственных систем, позволяющий учитывать сложные точки вариации и варианты. Описан процесс создания архива конфигурации с KPI для интерактивного планирования производства.

Abstract: The article discusses the application of simulation modeling in decision support systems using experimental digital twins. A new approach to optimizing the configurations of production systems is presented, allowing for complex points of variation and options. The process of creating a configuration archive with KPIs for interactive production planning is described.

Ключевые слова: моделирование, цифровой двойник, расчет, KPI

Keywords: modeling, digital twin, calculation, KPI.

Традиционные системы поддержки и принятия решений (СППР), основанные на имитационном моделировании, помогают принимать решения путем оценки параметрических моделей производственной системы и не могут учитывать сложное понятие вариативных точек и вариантов. Это означает, что эксперту по имитационному моделированию приходится создавать отчет для сравнения результатов всех различных конфигураций, как показано на рисунке 1. Этот трудоемкий процесс нецелесообразен при значительном количестве конфигураций.

Согласно рисунку 1 Эксперт по имитационному моделированию взаимодействует с инженерами для моделирования очень небольшого набора моделей производств и проводит с имитационные эксперименты. Алгоритмы оптимизации помогают найти оптимальные параметры для каждой модели. После этого он создает отчет об измеренных показателях работы системы и пытается соотнести их с KPI. Затем этот отчет представляется лицу, принимающему решения.

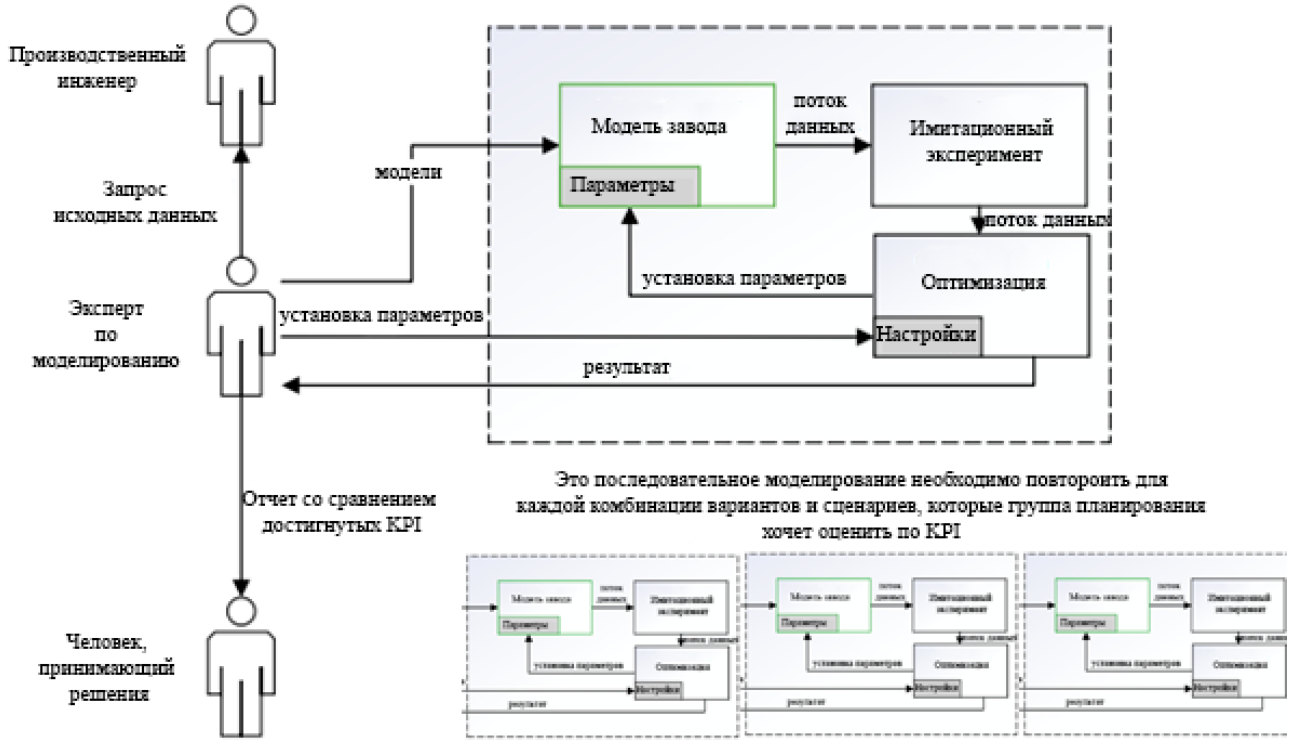

Рис. 1 Стандартная схема СППР на основе имитационного моделирования

Представленный здесь подход к поддержке принятия решений состоит из шести функций:

Функция 1 (Варианты) СППР позволяет виртуальным представлениям производственных объектов иметь сложные варианты, которые могут изменять параметры и менять структуру, а также набор подсистем.

Функция 2 (оптимизация конфигурации) СППР может находить оптимальные по Парето комбинации. вариантов по отношению к KPI, определенным командой планирования.

Функция 3 (Ограничения) Команда планирования может моделировать ограничения для каждого объекта производство, которые проверяются для выявления недопустимых конфигураций.

Функция 4 (Сценарии) Команда планирования может моделировать сценарии, которые представляют окружающую среду ментальных воздействий на производство, основанных на прогнозах экспертов.

Функция 5 (Взаимодействие по KPI) СППР позволяет лицу, принимающему решения, интерактивно определять целевые KPI, так что будут предложены конфигурации с аналогичными значениями KPI.

Функция 6 (Обратная связь в 3D) СППР обеспечивает прямую обратную связь после активации другой конфигурации, включая 3D-визуализацию и моделирование [2].

Однако у данного подхода есть заметный минус – это необходимость проведения отдельных моделирований для каждой комбинации вариантов и сценариев, для формирования базы ключевых показателей эффективности.

На рисунке 2 представлен эскиз предлагаемого подхода. Сначала команда планирования создает модель производства, которая включает в себя точки вариации и варианты. На этом этапе они собирают и учитывают идеи по улучшению от разных людей на производстве. Модель производства сопровождается моделью соответствующих влияний окружающей среды и моделью расчета KPI, которая берет значения из модели производства. Затем изучаются комбинации вариантов, и полученные конфигурации оцениваются с помощью имитационных экспериментов. После завершения этого этапа исследования появляется архив конфигураций с их KPI, который служит основой данных для интерактивного пользовательского интерфейса. В результате команда планирования может интерактивно манипулировать целевым состоянием с помощью аналогов взаимодействия и сразу же видеть предлагаемые конфигурации.

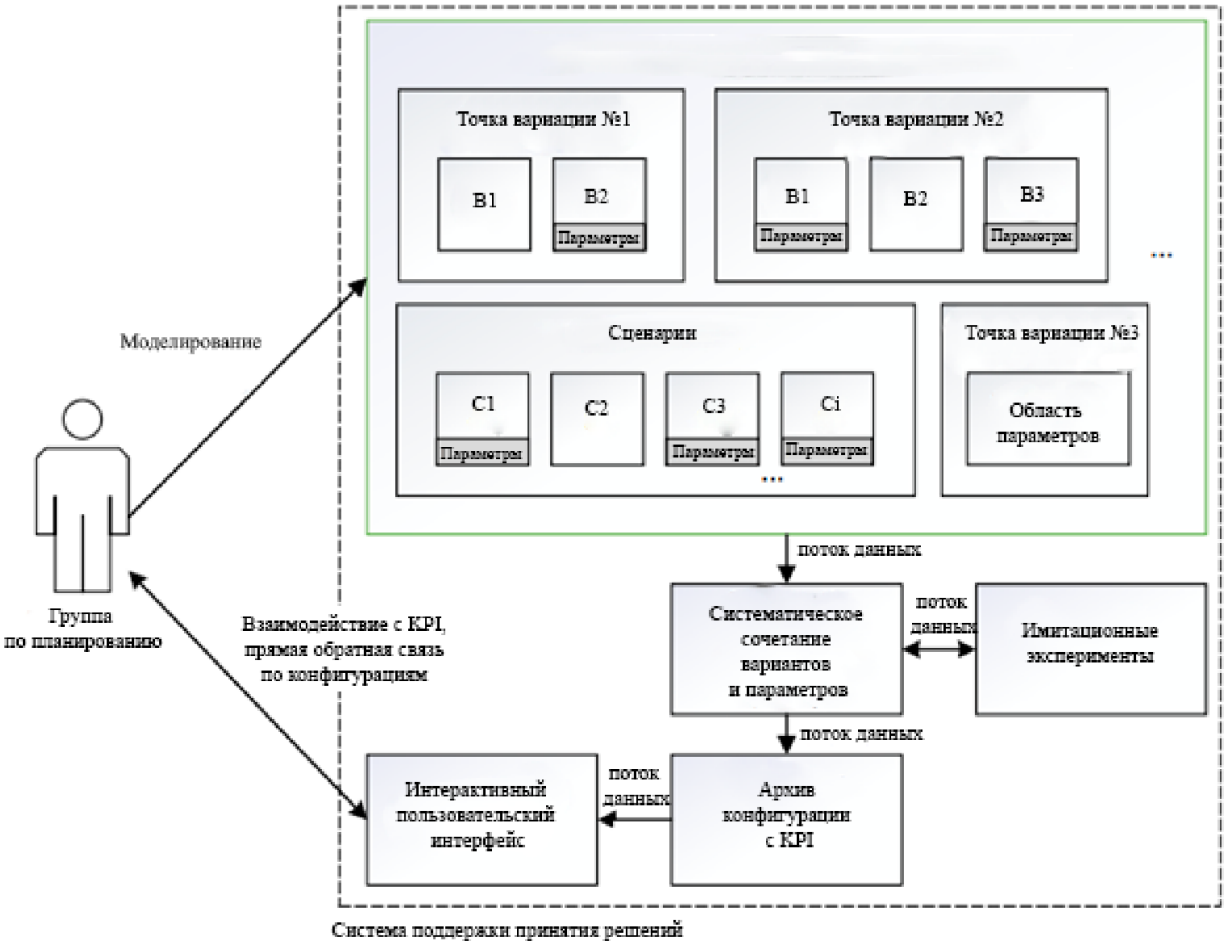

Рис. 2 Схема к поддержке принятия решений при планировании производства (адаптации).

Согласно рисунку 2 Сначала команда планирования создает виртуальную модель производства, которая также содержит информацию о вариативности в виде точек вариации и сценариев. После того как система проанализирует модель, команда планирования получает возможность в интерактивном режиме просматривать конфигурации, изменяя целевые значения KPI и получая предложения по конфигурациям с аналогичными значениями KPI.

Для оценки новизны предлагаемого подхода к поддержке принятия решений важно понимать, что варианты, упомянутые в функции 1, не ограничиваются изменением только параметров или отдельных компонентов. Эти варианты могут означать комплексные различия между иерархическими уровнями, например, альтернативные планировки производств с различными типами производственных ячеек. Таким образом, предлагаемый подход выходит за рамки обычного параметрирования. Это также значительный шаг по сравнению с работами Хагендорфа и Шмидта, которые не учитывали изменчивость объектов на разных иерархических уровнях и не рассматривали пространственные аспекты в своих абстрактных симуляциях [4, 6. 7]. Эта дополнительная сложность, конечно, требует управления, что и является целью функций 3, 5 и 6. Комбинации вариантов приведут к созданию недопустимых конфигураций системы, поэтому их необходимо выявлять как можно раньше.

Оптимизация по Парето на основе моделирования (функция 2) является центром системы поддержки принятия решений, а также основой для интерактивного просмотра конфигураций (функции 5 и 6). Кроме того, функция 5 означает, что в СППР реализована упомянутая ранее функция предложения. Оптимизация комбинации вариантов вместе с их параметрами важна потому, что проблемы поиска Парето-оптимальных комбинаций вариантов нельзя рассматривать независимо от проблем поиска оптимальных параметров для различных вариантов. Наконец, функция 4 необходима, поскольку значительная часть сложности решений по планированию производства связана с неопределенностью факторов окружающей среды.

Концептуальная модели системы организации цифрового производства машиностроительных изделий на основе внедрения сквозных технологий (Цифровых двойников) приведена на рисунке 3. Команда планирования, расположенная слева, является источником всей деятельности в рамках системы. Члены команды создают экспериментальный цифровой двойник (ЭЦД) соответствующих производственных систем.

ЭЦД – это цифровые двойники, которые можно моделировать в виртуальных испытательных стендах (ВИС). ВИС связывают различные ЭЦД с соответствующими функциями моделирования, чтобы получить моделирование всей системы, включая соответствующую среду.

ВИС – это система, в общем случае состоящая из технических средств, программного, методического и организационного обеспечения и квалифицированного персонала, предназначенная для проведения стендовых испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) объекта испытаний [1].

ЭЦД состоит из связанных ЭЦД подсистем, которые сами могут состоять из множества ЭЦД. Каждый ЭЦД в этой иерархии может содержать точки вариации и варианты для отражения возможных мер по адаптации производственной системы. Кроме того, каждый ЭЦД должен содержать ограничения на достоверность, которые должны выполняться в ходе имитационного моделирования.

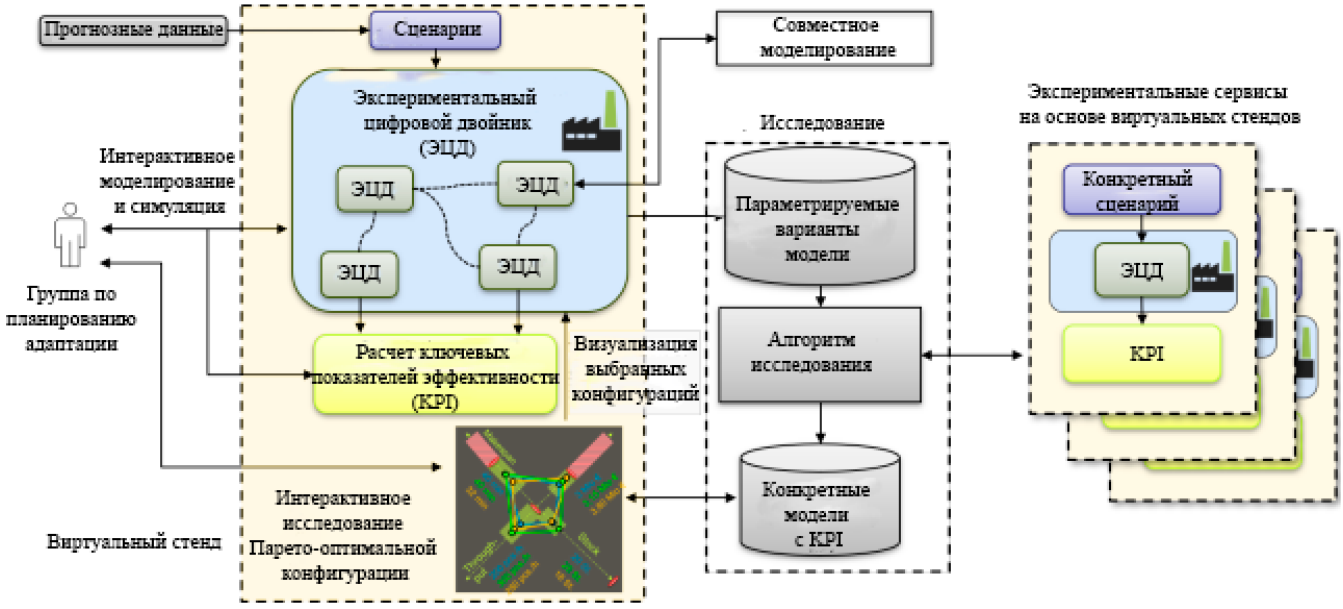

Рис3. Концептуальная модель системы организации цифрового производства машиностроительных изделий на основе внедрения сквозных технологий

Для оценки конфигураций ЭЦД верхнего уровня в ВИС должны присутствовать две дополнительные модели: модель сценариев и модель расчета KPI. Сценарная модель содержит влияния внешней среды, которые имеют значение для оценки производительности производственной системы, такие как количество заказов, размер заказанных партий, стоимость закупок или своевременность работы поставщиков. Эти влияния должны быть основаны на прогнозах, сделанных экспертами компании, владеющей производственной системой. Если такие прогнозы отсутствуют, команда планирования должна обладать опытом и доступом к таким знаниям в компании, чтобы создать их. Например, компания может ожидать увеличения количества вариантов продукции после того, как в последние годы наблюдался их постоянный рост. Члены группы планирования также определяют, как при расчете КПЭ исходные измерения переводятся в конкретно определенные КПЭ.

В литературе по моделированию и имитации сочетание модели сценария и модели расчета KPI известно, как экспериментальный каркас, который представляет собой упрощенную модель соответствующего системного окружения [3, 5, 8].

После того как команда планирования будет удовлетворена своей ЭЦД производство, моделью сценариев и моделью расчета KPI, все передается в службу исследования. Служба исследования исследует возможные конфигурации производство и использует службу оценки для оценки конкретных конфигураций с точки зрения проверки достоверности и KPI.

Заключение

Разработка ЭЦД для производства - сложный и итеративный процесс, в ходе которого необходимо проанализировать множество промежуточных моделей, прежде чем вся команда планирования будет удовлетворена результатами. Чтобы предоставить команде планирования адаптации как можно больше гибкости в понимании планируемой системы с помощью анализа данных, полный набор данных, собранных в ходе исследования, включая всю информацию об отдельных конфигурациях и множество Парето-оптимальных решений, может быть получено через отдельный интерфейс.

Чтобы интегрировать в моделирование всей системы специальные методы моделирования, которые не интегрированы в ВИС напрямую, можно подключить внешние совместные моделирования.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения». – 2022. – 15 с.

2. Чаруйская, М. А. Интеллектуальный инжиниринг производства под целевую стоимость / М. А. Чаруйская, А. А. Можаровская // Наука сегодня: вызовы, перспективы и возможности: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Вологда, 11 декабря 2019 года. Том Часть 2. – Вологда: ООО "Маркер", 2019. – С. 64-66. – EDN SRHTHU.

3. Чаруйская, М. А. Система предиктивной аналитики производства / М. А. Чаруйская // VIII Международная научная конференция по междисциплинарным исследованиям : сборник статей, Екатеринбург, 17 декабря 2024 года. – Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "Институт Цифровой Экономики и Права", 2024. – С. 67-70.

4. Application of intelligent engineering in the planning of cyber-physical production systems / V. N. Andreev, M. A. Charuyskaya, A. S. Kryzhanovskaya [et al.] // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2021. – DOI 10.1007/s00170-021-07108-0.

5. Foures, D. Simulation Validation Using the Compatibility Between Simulation Model and Experimental Frame / D. Foures, V. Albert, A. Nketsa // Proceedings of the 2013 Summer Computer Simulation Conference. SCSC '13. – Vista, CA : Society for Modeling & Simulation International, 2013. – P. 55:1-55:7.

6. Hagendorf O. Simulation based parameter and structure optimisation of discrete event systems. – Liverpool John Moores University (United Kingdom), – 2009. – 163 p. https://doi.org/10.24377/ LJMU.t.00005925

7. Schmidt, A. Variantenmanagement in der Modellbildung und Simulation unter Verwendung des SES/MB Frameworks / A. Schmidt, T. Pawletta// ASIM FBS 30 Fortschrittsberichte Simulation Advances in Simulation, – 2019.– 184 p. https://doi.org/10.11128/fbs.30

8. Zeigler B.P. Theory of modelling and simulation / A Wiley-Interscience publica- tion. New York: Wiley. – 1976. – 435 p.

Коротеев Тарас Иванович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», аспирант, tarkor@bk.ru

УДК 681.518

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

INTELLIGENT ANALYSIS OF PRODUCTION DATA USING MATHEMATICAL OPTIMIZATION METHODS TO IMPROVE THE QUALITY OF TECHNICAL SYSTEMS

Лымарева Е.М.

Lymareva E.M.

Аннотация: рассматривается задача повышения качества технических систем с помощью интеллектуального анализа производственных данных. Для этого были изучены и описаны алгоритмы машинного обучения, которые можно использовать для прогнозирования и обнаружения дефектов. Также рассмотрены методы оптимизации для адаптивного управления производственными параметрами.

Abstract: The problem of improving the quality of technical systems using intelligent analysis of production data is considered. For this purpose, machine learning algorithms that can be used to predict and detect defects were studied and described. Optimization methods for adaptive control of production parameters are also considered.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, математическая оптимизация, управление качеством, производственные процессы.

Keywords: data mining, machine learning, mathematical optimization, quality management, production processes.

Современное производство требует высокого качества продукции при минимальных затратах и высокой гибкости, повышение качества работы и максимизации рентабельности производственных ресурсов, что реализуемо лишь при автоматизации производственных процессов, с подключением интеллектуальных методов обработки данных и математической оптимизации управления. Производства постоянно генерируют огромные объемы информации, начиная от установленных операций на производственном оборудовании и доступных на них режимах, заканчивая количеством брака на производстве, клиентскими заказами и заявками на перемещение между цехами, вследствие чего требуется адаптивная система управления производственными процессами, которая способна к самонастройке, принятию решений на основе получаемых и обрабатываемых данных. Информация, генерируемая на производстве, содержит в себе параметры состояния техники оборудования, значения датчиков приборов, данные о количестве продукции. Проведение интеллектуального анализа данных позволяет

выявить «скрытые» зависимости и закономерности, аномальные данные, недоступные при их анализе аналоговыми методами или же ручным анализом.

Методы интеллектуального анализа данных и методы математической оптимизации в разной степени хороши по отдельности, однако при их комбинированном использовании, можно не только выявить дефекты, но и предсказать их появление в будущем, а также проанализировать параметры работы оборудования, при которых нет дефектов. Для анализа данных, получаемых со всего производства, методы интеллектуального анализа данных позволяют выявить скрытые закономерности и отношения, информацию, которую нельзя выявить с помощью методов, применяемых обычно [3].

При анализе больших объемов данных принято в основном использовать классификаторы, разработанные, например, на базе метода опорных векторов, или же решающие деревья, кластеризацию k–средних и регрессионный анализ, а также оценка выбросов. Например, с помощью алгоритма «случайный лес» можно спрогнозировать вероятность появления брака с разной вероятностью в зависимости от технических условий, в которых работает оборудование [1].

Математическая оптимизация применяется для поиска наилучших решений, что подходит для управления производственными параметрами, благодаря чему можно минимизировать отклонения от целевых показателей, сократить потери ресурсов и повысить стабильность производственных процессов.

Если предположить, что качество продукции Q зависит от набора параметров $x = [x_1, x_2, \ldots, x_n]$, то в таком случае задача прогнозирования может быть сведена к регрессионной модели по следующей формуле:

$$Q = f(x) + \varepsilon \quad (1)$$

где f – аппроксимирующая функция (например, дерево решений или нейросеть),

ε – шум модели.

Если же на производстве требуется классифицировать дефекты, то можно применить логистическую регрессию:

$$P(y = 1|x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n)}} \quad (2)$$

где $y = 1$ – наличие дефекта, а β_1 – коэффициенты модели.

Для учёта нескольких целей, таких как, например, минимизация дефектов и затрат, применяется взвешенная сумма [4]:

$$\min_x [w_1 f_1(x) + w_2 f_2(x)] \quad (3)$$

где f_1 и f_2 – функции, отражающие разные критерии (качество, затраты), а w_1, w_2 –соответствующие веса.

В работе использовался градиентный бустинг и нейронная сеть в качестве моделей машинного обучения для анализа производственных данных (см. рис. 1). Чтобы предварительно обработать данные применялась нормализация признаков и метод отбора по важности признаков. Оптимизация параметров модели осуществлялась с помощью алгоритма Байесовской оптимизации, а в качестве функции потерь применялась перекрёстная энтропия.

```
model = Sequential([
    Dense(16, activation='relu', input_shape=(3,)),
    Dense(8, activation='relu'),
    Dense(1, activation='sigmoid')
])

model.compile(optimizer='adam', loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])
model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=1, verbose=1)

# Оценка
loss, accuracy = model.evaluate(X_test, y_test)
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}')
```

Рис. 1. Архитектура нейронной сети

Разработка моделей с использованием математической оптимизации позволит повсеместно внедрить современные технологии в автоматизированные системы управления, чтобы взаимодействовать и анализировать постоянную подачу данных от датчиков, оборудования.

Библиографический список

1. Дайзенрот М.П., Альдо Фейзал А., Чен С.О. Математика в машинном обучении. — СПб.: Питер, 2024. — 512 с.;

2. Хуттер Ф., Коттхофф Л., Ваншорен Х. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 256 с.;

3. Jay M. Patel Getting Structured Data from the Internet: Running Web Crawlers/Scrapers on a Big Data Production Scale. – New York: Apress Berkeley, CA, 2020. – 397 p.;

4. Marc Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, Cheng Soon Ong Mathematics for Machine Learning. – Cambridge Academ / Cambridge university press, 2020. – 398 p.

Лымарева Елена Михайловна – магистрант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «Станкин», elena.like02@gmail.com.

УДК 511;512; 003.326

ИССЛЕДОВАНИЕ АРИФМЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ВЫЧЕТОВ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ В ПОЛЕ Zp

INVESTIGATION OF THE ARITHMETIC CRITERION OF THE RESULTS OF SUCH A SEQUENCE IN THE FIELD OF VIEW

Пастухов Ю. Ф., Пастухов Д. Ф., Чертков В. М.
Pastukhov Y. F., Pastukhov D. F., Chertkov V. M

Аннотация: В работе сформулирован и проведен анализ проведен анализ применения арифметического критерия вычетов пятой степени в поле вычетов по простому модулю p Zp. Приведены примеры применения сформулированного в работе критерия Алгебраические вычеты и невычеты пятого порядка (степени) в поле Z_p - элементы этого поля Z_p для есть (или нет) решения канонического уравнения пятой степени в поле. Вычеты и невычеты третьего порядка используются в теории чисел, алгебре, компьютерной и информационной безопасности, теории решения алгебраических уравнений.

Abstract: The paper formulates and analyzes the application of the arithmetic criterion of deductions of the fifth degree in the field of deductions by the simple module p Zp. Examples of the application of the criterion Algebraic residues and non-deductions of the fifth order (degree) formulated in the work in the field are given - the elements of this field for there are (or are not) solutions of the canonical equation of the fifth degree in the field. Third-order deductions and non-deductions are used in number theory, algebra, computer and information security, and the theory of solving algebraic equations.

Ключевые слова: теория чисел, алгебра, теория групп, алгебраические структуры**,** алгебраическое уравнение, информационная безопасность.

Keywords: number theory, algebra, group theory, algebraic structures, algebraic equation, information security.

1. Введение

В работе сформулирован и проведен анализ проведен анализ применения арифметического критерия вычетов пятой степени в поле вычетов по простому модулю p Zp. Приведены примеры применения сформулированного в работе критерия.

В работе [2] был получен результат-критерий(теорема1) – в данном рассмотрении он применен для вычетов пятой степени в кольцах по простому модулю. По определению алгебраические вычеты(невычеты) пятой степени в поле Z_p – это элементы $a \in Z_p$, что существует (не существует, соответственно) хотя бы одно решения уравнения $x^5 \equiv a (\mathrm{mod}\, p)$. Количество

образующих элементов(генераторов) равно $\varphi(\varphi(m))$, где $\varphi-$функция Эйлера. Также использован результат о кольцах с первообразными корнями:

$$Z_m^* - \textit{циклическая} \Leftrightarrow 1)\, m=2 \;\; 2) m=4 \;\; 3) m=p^k \;\; 4) m=2p^k (\textit{в} \;\; 3),4) \;\; p-\textit{нечетное простое})$$

Теперь сформулируем арифметический критерий вычетов пятой степени.
Критерий второй степени для вычетов второго порядка:

$$a-\textit{квадаратичный вычет в поле} Z_p \Leftrightarrow a^{\frac{p-1}{2}} \equiv 1(\mathrm{mod}\, p)$$

Теорема1 (Арифметический критерий вычетов пятого порядка в поле Z_p)

Z_p – поле вычетов по простому нечетному модулю p и $a \in Z_p$

Тогда $a-\textit{вычет пятой степени} \Leftrightarrow$

$$\left[\begin{array}{l} 1.\ \textit{или}\ a=0\ (\textit{очевидный вычет так как}\ 0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}\, p) \\ 2.\ \textit{или}\ a\neq 0\ \textit{и пусть} \left[\begin{array}{l} 1.\quad p=5k+1, k\in Z\ \ \textit{тогда}\ a-\textit{вычет} \Leftrightarrow a^{\frac{p-1}{5}} \equiv 1(\mathrm{mod}\, p) \\ 2.\quad p\neq 5k+1, k\in Z \Leftrightarrow p=2\ \ \textit{или}\ \ p=3, \textit{или}\ p=5\ , \textit{или}\ p=5k+2, \\ \textit{или}\ p=5k+3, \textit{или}\ p=5k+4, k\in Z, \textit{тогда}\ a-\textit{вычет}\ \forall a\neq 0,\ a\in Z_p \end{array}\right. \end{array}\right.$$

Таким образом, арифметический критерий вычетов пятой степени существенно отличается от критерия вычетов второй степени в поле вычетов Z_P - что и показывает аналитическая формулировка пункта 2 **теоремы1** - если остаток от деления p на 3 равен 1, то вычетами являются только часть элементов Z_P , если же остаток от деления p на 3 не равен 1, то вычетами являются все элементы поля Z_P.

Пример1. Рассмотрим для примера кольцо по нечетному простому модулю $Z_{p=7}$**.** Вычетами пятой степени в Z_7 являются только элементы 0,1,2,3,4,5,6. Это доказывают нижеследующие вычисления:

$$\left\{0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}\, 7), 1^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\, 7), 2^5 \equiv 4(\mathrm{mod}\, 7), 3^5 \equiv 5(\mathrm{mod}\, 7), 4^5 \equiv 2(\mathrm{mod}\, 7), 5^5 \equiv 3(\mathrm{mod}\, 7), 6^5 \equiv 6(\mathrm{mod}\, 7)\right\}$$

Проверим это на основании сформулированной выше **теоремы1**– действительно – при возведении в пятую степень мы получили значения всех элементов поля $Z_{P=7}$

$p=7=1*5+2$ - имеем случай 2.2 теоремы**1** – все элементы поля $Z_{P=7}$ -вычеты.

Таким образом, набор вычетов и невычетов совпал **по теореме1** и с результатами прямого вычисления в Z_7.

Пример2. То же имеем, как показывают вычисления в кольце Z_5 , $5 = 5*1+0,\ 5(\mathrm{mod}\ 7) \neq 1(\text{в}\ Z_7)$ имеем:

$\left\{0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}\,5), 1^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,5), 2^5 \equiv 2(\mathrm{mod}\,5), 3^5 \equiv 3(\mathrm{mod}\,5), 4^5 \equiv 4(\mathrm{mod}\,5)\right\}$ - получаем совпадение прямых вычислений и с использованием **теоремы1!**

Из приведенных вычислений видно, что в кольце Z_5 все элементы являются вычетами пятой степени (то есть нет невычетов 5-й степени нет)

Пример3. Рассмотрим более содержательный пример. В поле Z_{11} 11=5*2+1 -имеем первый пункт 2.1 **теоремы1**

Вычетами там являются только элементы 0,1 и 10:

$\left\{0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}11), 1^5 \equiv 1(\mathrm{mod}11), 2^5 \equiv 10(\mathrm{mod}11), 3^5 \equiv 1(\mathrm{mod}11), 4^5 \equiv 1(\mathrm{mod}11) 5^5 \equiv 1(\mathrm{mod}11)\right\}$

$\left\{6^5 \equiv 10(\mathrm{mod}11), 7^5 \equiv 10(\mathrm{mod}11), 8^5 \equiv 10(\mathrm{mod}11), 9^5 \equiv 1(\mathrm{mod}11), 10^5 \equiv 10(\mathrm{mod}11)\right\}$

По теореме 1 $a - вычет \Leftrightarrow a^{\frac{p-1}{5}} \equiv 1(\mathrm{mod}\ p)$, то есть вычеты – те и только те элементы для которых $a^{\frac{p-1}{5}} = a^{\frac{11-1}{5}} = a^2 \equiv 1(\mathrm{mod}\ p = 11)$ Нетрудно убедиться, что только $a = 1,10$ удовлетворяют этому условию, и вычет $a = 0$ по первому пункту **теоермы1 :**

$\left\{0^2 \equiv 0(\mathrm{mod}11), 1^2 \equiv 1(\mathrm{mod}11), 2^4 \equiv 4(\mathrm{mod}11), 3^2 \equiv 9(\mathrm{mod}11), 4^2 \equiv 1(\mathrm{mod}11) 5^5 \equiv 5(\mathrm{mod}11)\right\}$

$\left\{6^2 \equiv 3(\mathrm{mod}11), 7^2 \equiv 5(\mathrm{mod}11), 8^2 \equiv 9(\mathrm{mod}11), 9^2 \equiv 4(\mathrm{mod}11), 10^2 \equiv 1(\mathrm{mod}11)\right\}$

.- результаты прямых вычислений и применения **теоремы1** совпадают

Пример4. Рассмотрим пример. В поле Z_{13} 13=5*2+3 -получаем пункт 2.2 **теоремы1**

Вычетами там являются только элементы 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12:

$\left\{0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}13), 1^5 \equiv 1(\mathrm{mod}13), 2^5 \equiv 6(\mathrm{mod}13), 3^5 \equiv 9(\mathrm{mod}13), 4^5 \equiv 10(\mathrm{mod}13) 5^5 \equiv 5(\mathrm{mod}13)\right\}$

$\left\{6^5 \equiv 2(\mathrm{mod}13), 7^5 \equiv 11(\mathrm{mod}13), 8^5 \equiv 8(\mathrm{mod}13), 9^5 \equiv 3(\mathrm{mod}13), 10^5 \equiv 4(\mathrm{mod}13)\right\}$

$\left\{11^5 \equiv 7(\mathrm{mod}13), 12^5 \equiv 12(\mathrm{mod}13)\right\}$ - то есть се элементы являются вычетами в поле Z_{13}

По теореме 1 $\begin{array}{c} p \neq 5k+1, k \in Z \Leftrightarrow p = 2 \ \ или \ \ p = 3, \ или \ p = 5 \ , или \ p = 5k+2, \\ или \ p = 5k+3, или \ p = 5k+4, k \in Z, \ тогда \ a - вычет \ \forall a \neq 0, \ a \in Z_p \end{array}$ -то есть все ненулевые элементы являются вычетами и по пункту 1 теоремы 1 $a = 0$ ($очевидный\, вычет \ так \ как \ 0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}\ p = 13)$ - опять получаем тот же результат, что и в результате прямых вычислений в поле Z_{13} , приведенных выше.

Пример5. Рассмотрим более содержательный пример. В поле Z_{31} 31=5*6+1 -используем первый пункт 2.1 **теоремы1.**

Вычетами там являются только элементы 0,1 и 10:

$\left\{0^5 \equiv 0(\mathrm{mod}\,31), 1^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 2^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 3^5 \equiv 26(\mathrm{mod}\,31), 4^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 5^5 \equiv 25(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{6^5 \equiv 26(\mathrm{mod}\,31), 7^5 \equiv 5(\mathrm{mod}\,31), 8^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 9^5 \equiv 25(\mathrm{mod}\,31), 10^5 \equiv 25(\mathrm{mod}\,31), 11^5 \equiv 6(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{12^5 \equiv 26(\mathrm{mod}\,31), 13^5 \equiv 6(\mathrm{mod}\,31), 14^5 \equiv 5(\mathrm{mod}\,31), 15^5 \equiv 26(\mathrm{mod}\,31), 14^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 15^5 \equiv 30(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{16^5 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 17^5 \equiv 26(\mathrm{mod}\,31), 18^5 \equiv 25(\mathrm{mod}\,31), 19^5 \equiv 5(\mathrm{mod}\,31), 20^5 \equiv 31(\mathrm{mod}\,31), 21^5 \equiv 6(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{22^5 \equiv 6(\mathrm{mod}\,31), 23^5 \equiv 30(\mathrm{mod}\,31), 24^5 \equiv 26(\mathrm{mod}\,31), 25^5 \equiv 5(\mathrm{mod}\,31), 26^5 \equiv 6(\mathrm{mod}\,31), 27^5 \equiv 30(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{28^5 \equiv 5(\mathrm{mod}\,31), 29^5 \equiv 30(\mathrm{mod}\,31), 30^5 \equiv 30(\mathrm{mod}\,31))\right\}$

То есть вычеты — это элементы поля 0,1,5,6,25,26,30

По теореме 1 $a - вычет \Leftrightarrow a^{\frac{p-1}{5}} \equiv 1(\mathrm{mod}\ p)$, то есть вычеты – те и только те элементы, для которых $a^{\frac{p-1}{5}} = a^{\frac{31-1}{5}} = a^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\ p = 31)$

Легко убедиться, что только $a = 1, 5, 6, 25, 26, 30$ удовлетворяют этому условию, и вычет $a = 0$ по первому пункту **теоермы1:**

$\left\{0^6 \equiv 0(\mathrm{mod}\,31), 1^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 2^6 \equiv 2(\mathrm{mod}\,31), 3^6 \equiv 16(\mathrm{mod}\,31), 4^6 \equiv 4(\mathrm{mod}\,31), 5^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{6^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 7^6 \equiv 4(\mathrm{mod}\,31), 8^6 \equiv 8(\mathrm{mod}\,31), 9^6 \equiv 8(\mathrm{mod}\,31), 4^6 \equiv 4(\mathrm{mod}\,31), 10^6 \equiv 2(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{11^6 \equiv 4(\mathrm{mod}\,31), 12^6 \equiv 2(\mathrm{mod}\,31), 13^6 \equiv 16(\mathrm{mod}\,31), 14^6 \equiv 8(\mathrm{mod}\,31), 15^6 \equiv 16(\mathrm{mod}\,31), 17^6 \equiv 8(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{18^6 \equiv 16(\mathrm{mod}\,31), 19^6 \equiv 2(\mathrm{mod}\,31), 20^6 \equiv 4(\mathrm{mod}\,31), 21^6 \equiv 2(\mathrm{mod}\,31), 22^6 \equiv 8(\mathrm{mod}\,31), 23^6 \equiv 8(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

$\left\{24^6 \equiv 4(\mathrm{mod}\,31), 25^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 26^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31), 28^6 \equiv 16(\mathrm{mod}\,31), 29^6 \equiv 2(\mathrm{mod}\,31), 30^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\,31)\right\}$

Отсюда видно, что уравнению $a^{\frac{p-1}{5}} = a^{\frac{31-1}{5}} = a^6 \equiv 1(\mathrm{mod}\ p = 31)$ удовлетворяют только элементы $a = 1, 5, 6, 25, 26, 30$ - то есть эти элементы по пункту 2.1 теоремы1 -вычеты. Кроме того, по пункту1 теоремы1 вычетом также является элемент $a = 0$ - опять получили те же самые результаты, что и в результате проведенных выше прямых вычислений вычетов, использующих определение вычетов. Таким образом, результаты прямых вычислений и применения **теоремы1** совпадают!

Библиографический список

1. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма второго рода Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14.

2. Критерий существования решений, количество решений, структура решений канонического неоднородного алгебраического уравнениястепени n в кольце вычетов с генераторами и свободным членом, взаимно простым с порядком Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К. Тенденции развития науки и образования. 2023. № 101-4. С. 114-117.

3. Модифицированная формула Герасимова-Капуто Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2024. № 1 (64). С. 5-14.

Пастухов Юрий Феликсович - доцент кафедры технологий программирования УО «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», кандидат физико-математических наук, доцент, г.Полоцк, Беларусь.

Пастухов Дмитрий Феликсович - Доцент кафедры технологий программирования УО Полоцкий государственный университет имени Евфросинии полоцкой, кандидат физико-математических наук, доцент, г.Полоцк, Беларусь.

Чертков Валерий Михайлович - Доцент кафедры технологий программирования УО Полоцкий государственный университет имени Евфросинии полоцкой, кандидат технических наук, доцент, г.Полоцк, Беларусь.

УДК 658.7.011.1

СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАКУПОК В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

THE ESSENCE AND CONTENT OF THE PROCUREMENT PROCESS IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Федоськина Л.А., Бирюкова Д.С.

Fedoskina L.A., Biryukova D.S.

Аннотация: в статье рассматривается взаимосвязанная терминология в области закупок, проводится анализ определений закупочной деятельности и формулируется авторское определение закупок. Раскрывается содержание и обозначается место процесса закупок в системе менеджмента качества современной организации. Проводится структурирование этапов процесса закупок с определением их содержания, входов и выходов каждого этапа как отдельных подпроцессов единого процесса.

Abstract: the article examines the interrelated terminology in the field of procurement, analyzes the definitions of procurement activities and formulates the author's definition of procurement. The content is revealed and the place of the procurement process in the quality management system of a modern organization is indicated. The stages of the procurement process are structured with the definition of their contents, the inputs and outputs of each stage as separate subprocesses of a single process.

Ключевые слова: закупки, процесс закупок, система менеджмента качества, этапы процесса закупок.

Keywords: procurement, procurement process, quality management system, stages of the procurement process.

В условиях высокой конкуренции и быстро меняющейся рыночной среды предприятия сталкиваются с необходимостью не только минимизировать издержки, но и поддерживать высокий уровень качества выпускаемой продукции. Одним из ключевых элементов, влияющих на эти показатели, является процесс закупок. Он обеспечивает бесперебойность производственных операций и напрямую влияет на себестоимость и качество продукции. В связи с этим изучение особенностей закупочной деятельности в рамках системы менеджмента качества становится важной научной задачей, требующей комплексного аналитического подхода.

Целью данного исследования является раскрытие содержания и структуры процесса закупок в контексте требований современных стандартов на системы менеджмента качества, с выделением ключевых характеристик этапов процесса. Для достижения поставленной цели использованы методы сравнительного анализа, систематизации и обобщения теоретических подходов к управлению закупками.

В современных научных исследованиях терминологии в области закупок используется несколько взаимосвязанных понятий. В таблице 1 приведена систематизация определений терминов, связанных понятием закупок.

Таблица 1.

Систематизация определений терминов в области закупок

Автор/ источник	Определение
Фадеева Т.В. [6]	Закупка – это процедура покупки товаров, работ или услуг, необходимых данному предприятию для выполнения его производственных или торговых операций, включающая поиск поставщиков и заключение договора о поставке.
Кондрашова Н.Г., Косогорова В.С. [3]	Закупка – это процесс движения сырья, материалов, комплектующих и запасных частей с рынка до склада организации по их приобретению в большом количестве.
Зарайченко И.А., Жуковская И.В. [2]	Снабжение – это обеспечение организации, требуемыми продуктами или услугами, включающее в себя все взаимосвязанные виды деятельности по управлению закупками и поставщиками, необходимые организации для выполнения корпоративной стратегии с оптимальными затратами ресурсов.
Штанько Н.А., Лукашова О.А. [8]	Закупочная деятельность – это процесс получения необходимого по качеству и количеству сырья в нужное время, в нужном месте и от надежного поставщика с хорошим сервисом и по выгодной цене.
Кочеткова А.С. [4]	Закупочная деятельность – это удовлетворение потребностей предприятия требуемыми товарами и услугами, необходимыми для осуществления деятельности, с наибольшей экономической эффективностью, качеством и в кратчайшие сроки, которое включают в себя все взаимосвязанные виды деятельности по управлению закупками и поставщиками.
Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ [7]	Закупки – совокупность действий, осуществляемых в установленном порядке заказчиком и направленных на обеспечение государственных или муниципальных нужд. Они характеризуются открытостью, служением общественным интересам и обеспечением честной конкуренции между поставщиками.

Рассмотренные в таблице 1 определения имеют ряд ключевых аспектов, которые их объединяют. Во-первых, все определения указывают на то, что основным назначением закупок и снабжения является обеспечение потребностей организации или общественных потребностей в необходимых ресурсах, что, в свою очередь, способствует ее бесперебойной работе. Во-вторых, все определения указывают, что закупки – это не разовое действие, а циклический процесс, включающий несколько этапов: от поиска и оценки поставщиков до подписания договоров на поставку. В-третьих, многие определения акцентируют внимание на необходимости достижения выгодных для компании условий сотрудничества, включая минимизацию

затрат и гарантию высокого качества приобретаемых товаров и услуг. В-четвертых, во всех определениях особое внимание уделяется взаимодействию с поставщиками, которое рассматривается как обязательный элемент процесса закупок и снабжения. Исходя из вышесказанного, на наш взгляд, снабжение и закупочная деятельность являются идентичными понятиями и могут использоваться как синонимы в контексте управления ресурсами организации.

Представленные определения хорошо дополняют друг друга. Если объединить их смысловое содержание, то наиболее полно закупки можно определить как комплексный процесс приобретения товаров, работ и услуг, необходимый для выполнения производственных и коммерческих операций организации, который включает в себя поиск и выбор поставщиков, заключение договоров, управление материальными потоками и стремление к максимальной экономической эффективности и качеству результатов деятельности организации.

Примечательно, что именно современные авторы подчеркивают важность приобретения ресурсов с получением экономической выгоды, особенно на фоне роста конкуренции. Организации, в том числе работающие в государственном секторе, стремятся снизить себестоимость продукции за счет выгодных условий приобретения ресурсов у поставщиков, при этом уделяя внимание качеству этих ресурсов, так как некачественные материалы могут привести к браку выпускаемой продукции, ухудшению имиджа компании и снижению финансовых результатов.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что основной целью процесса закупок является приобретение сырья, материалов, комплектующих в нужном количестве, с оптимальным соотношением цены и качества в установленные сроки. Для ее достижения выполняется ряд задач: определение потребностей в ресурсах, поиск и оценка поставщиков, ведение переговоров, размещение заказов и мониторинг их выполнения, заключение контрактов, анализ затрат, анализ рисков, связанных с поставками. [5]

Важность процесса закупок определяется рядом факторов, в составе которых Трымбовецкий Э. выделяет следующие [5]:

– закупки напрямую влияют на качество конечного продукта или услуги, которые предлагает компания;

– эффективные закупки помогают сократить затраты на приобретение ресурсов, что улучшает финансовые показатели компании;

– закупочный процесс включает оценку рисков, связанных с поставщиками, ценовыми колебаниями и доступностью ресурсов;

– своевременные закупки критически важны для обеспечения бесперебойного производства;

– закупки могут способствовать внедрению новых технологий и инновационных решений, что позволяет компании оставаться конкурентоспособной;

– способность быстро реагировать на изменения в спросе или условиях рынка зависит от эффективности процесса закупок;

– использование аналитики для прогнозирования потребностей в закупках помогает оптимизировать запасы и избежать избыточных расходов.

Любая компания стремится организовать грамотное управление процессом закупок. Этому же уделяется большое значение в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования». В разделе 8.4 это стандарта выдвигается ряд требований к управлению процессами, продукцией и услугами, поставляемыми внешними поставщиками, в соответствии с которыми организация должна:

– определить средства управления поставляемыми ресурсами;

– определить и применять критерии выбора и оценки деятельности внешних поставщиков;

– регистрировать и сохранять документированную информацию по этим процессам;

– обеспечить, чтобы все ресурсы, поставляемые из вне, негативно не влияли на способность организации производить соответствующую продукцию;

– обеспечить достаточность требований до их сообщения внешнему поставщику. [1]

Согласно положениям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, любой процесс, в том числе и процесс закупок, можно представить в виде схемы, которая показывает взаимосвязь элементов процесса. Современные авторы выделяют разные элементы процесса закупок. Обобщая их позиции, процесс закупок можно представить в виде последовательных этапов, изображенных на рисунке 1.

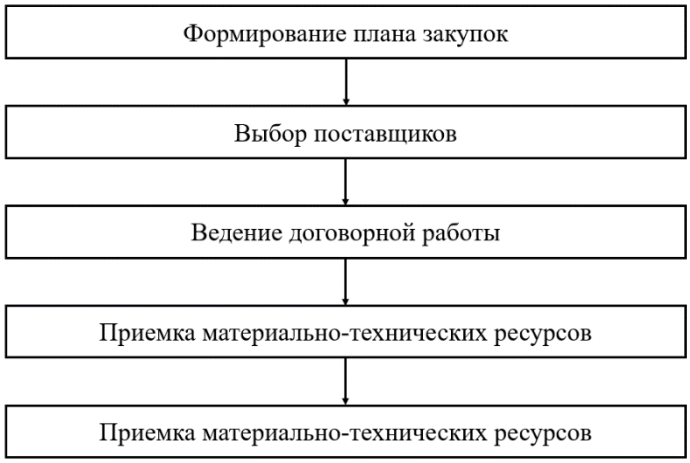

Рис. 1. Этапы процесса закупок

Каждый из выделенных в процессе закупок этапов имеет собственные входы и выходы, их источники и получателей результатов. [5] Их характеристика представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Этапы процесса закупок и их характеристика

Наименование этапа	Характеристика этапа		
	Содержание	Вход	Выход
Формирование плана закупок	План закупок представляет собой документ, который содержит информацию о товарах, процессах или услугах, необходимых организации для достижения ее целей	Потребность в материально-технических ресурсах и производственных запасах	План закупок, который передается специалисту (эксперту, менеджеру) по закупкам для дальнейшей работы, а также руководству организации для его согласования
Выбор поставщиков	Это процесс оценки и выбора компаний или индивидуумов, которые будут предоставлять товары или услуги организации	План закупок и требования к материально-техническим ресурсам и производственным запасам	Выбранный поставщик
Ведение договорной работы	Включает в себя следующие действия: составление и согласование условий контракта, переговоры с поставщиком для достижения взаимовыгодных условий и разрешения возможных разногласий по контракту, подписание документа обеими сторонами.	Выбранный поставщик	Подписанные обеими сторонами договоры на поставку
Приемка материально-технических ресурсов	Это процесс, в ходе которого осуществляется проверка, учет и оформление поступивших товаров, материалов и комплектующих на склад или в производство	График поступления грузов, сопроводительные документы и договоры на поставку	Приходные документы и данные о принятых материально-технических ресурсах
Оплата материально-технических ресурсов	Осуществление оплаты поступивших ресурсов в соответствии с заключенными договорами на поставку	Данные о принятых материально-технических ресурсах	Данные об оплате счетов

Деление на перечисленные выше этапы является условным. Такое представление является обобщением, сделанным на основе научных работ современных авторов. Количество, название и содержание этапов может различаться в зависимости от специфики деятельности предприятия.

В случае государственных закупок структура процесса более формализована и включает: планирование закупок, размещение сведений о предстоящей закупке в единой информационной системе (ЕИС), проведение торгов, заключение контракта, приемку поставляемой продукции, анализ эффективности закупки. [9]

Поскольку процесс закупок является достаточно сложным, то разделение на этапы позволяет представить его более детально для лучшего понимания и управления им.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что закупочная деятельность играет ключевую роль в обеспечении устойчивости и конкурентоспособности организаций. Интеграция принципов менеджмента качества в управление закупками способствует повышению их прозрачности, снижению рисков, улучшению координации между участниками процесса, а также позволяет постоянно совершенствовать данный процесс с учетом изменений как на рынке, так и внутри самой организации.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2015-11-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – VIII, 23 с. – Текст: непосредственный.

2. Зарайченко, И. А. Логистика снабжения : учебно-методическое пособие / И. А. Зарайченко, И. В. Жуковская. – Казань : КНИТУ, 2018. – 188 с. – ISBN 978-5-7882-2487-9. – Текст : непосредственный.

3. Кондрашова, Н. Г. Практические аспекты повышения эффективности управления закупками в организации / Н. Г. Кондрашова, В. С. Косогорова // Дневник науки. – 2021. – № 11(59) [Электронный ресурс]. – URL: https://dnevniknauki.ru/index.php/nomer-11/ekonomicheskie-nauki. – Текст : электронный.

4. Кочеткова, А.С. Логистическая оптимизация закупочной деятельности предприятия / А.С. Кочеткова // Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного региона России и стран АТР : материалы конференции / под ред. Т. В. Терентьевой; в 5 томах, том 3. – Владивосток : ВГУЭС, 2020. Электронный ресурс]. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44155092_32708413.pdf . – ISBN 978-5-9736-0614-5. – Текст : электронный.

5. Трымбовецкий, Э. PROзакупки: Полный курс для предпринимателей / Э. Трымбовецкий. – Москва : Альпина Паблишер, 2022. – 349 с. – ISBN 978-5-20600-117-4. – Текст :

непосредственный.

6. Фадеева, Т. В. Организационное обеспечение закупочной и сбытовой деятельности : учебное пособие / Т. В. Фадеева. – Омск : ОмГТУ, 2023. – 82 с. – ISBN 978-5-8149-3677-6. – Текст : непосредственный.

7. Федеральный закон от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // Собрание законодательства РФ. – 08.04.2013. – № 14. – Ст. 1652.

8. Штанько, Н. А. Управление закупками : учебное пособие / Н. А. Штанько, О. А. Лукашова. – Хабаровск: ДВГУПС, 2021. – 109 с. – Текст: непосредственный.

9. Юдин, А. А. Этапы проведения государственных и муниципальных закупок / А. А. Юдин, Т. В. Тарабукина // Московский экономический журнал. – 2022. – № 1. – С. 389-399. – Текст: непосредственный.

Федоськина Людмила Александровна – к.э.н., доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», доцент кафедры менеджмента в энергетике и промышленности; ведущий специалист отдела менеджмента качества АО «ОКБ МЭИ», ld0168@yandex.ru.

Бирюкова Дарья Сергеевна – бакалавр направления подготовки «Управление качеством», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», biryukovadasha09@gmail.com.

УДК 005.334

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И ВОЗМОЖНОСТЯМИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

DEVELOPMENT OF AN ELEMENTARY MATRIX FOR EFFECTIVE MANAGEMENT OF RISKS AND OPPORTUNITIES IN MACHINE-BUILDING ENTERPRISES

Яковлева М. А., Козлова А.В.
Yakovleva M.A., Kozlova A.V.

Аннотация: в исследовании представлен методологический подход к систематизации и наглядному отображению рисков и возможностей на предприятиях машиностроения с применением базовой матричной структуры, учитывающей вероятность, степень влияния и взаимные корреляции факторов. Разработана формула комплексной оценки рисков, позволяющая определять приоритетные зоны управленческого контроля. Проведенная апробация модели подтвердила её эффективность в условиях сложных производственных процессов. Система визуализации в виде тепловой карты обеспечивает быстрое восприятие информации и поддержку принятия решений в рамках действующей системы менеджмента качества.

Abstract: the study presents a methodological approach to systematization and visual display of risks and opportunities at mechanical engineering enterprises using a basic matrix structure that takes into account the probability, degree of influence and mutual correlations of factors. A formula for comprehensive risk assessment has been developed, allowing for determining priority zones of management control. The conducted testing of the model confirmed its effectiveness in the context of complex production processes. The visualization system in the form of a heat map ensures rapid perception of information and decision-making support within the framework of the current quality management system.

Ключевые слова: управление рисками, машиностроение, элементарная матрица, визуализация, система менеджмента качества, корреляция, тепловая карта

Keywords: risk management, mechanical engineering, elementary matrix, visualization, quality management system, correlation, heat map

В современных реалиях возрастающей нестабильности технологических и экономических процессов производственные организации машиностроительного сектора сталкиваются с острой необходимостью формирования надежных механизмов управления, основанных на системном анализе рисков. Традиционные методологии выявления и оценки рисковых факторов, базирующиеся преимущественно на прямолинейном прогнозировании и ответных мерах, демонстрируют недостаточную результативность в условиях одновременного воздействия множества взаимозависимых рисковых компонентов. Данная проблематика приобретает особую значимость для предприятий машиностроительного профиля, характеризующихся

комплексной структурой производственных циклов, многокомпонентностью технологических процессов и высокой ценой управленческих просчетов.

В целях оптимизации процессов оценки и снижения совокупного влияния рисковых факторов предлагается внедрение матричной системы анализа, обеспечивающей комплексный учет как отдельных параметров риска (вероятностные характеристики и степень воздействия), так и их взаимного влияния через корреляционные зависимости. Предложенная базовая матричная модель представляет собой двухмерную аналитическую структуру, где по горизонтальной оси располагаются показатели вероятности возникновения рисковых событий (классифицируемые как низкие, средние и высокие), а по вертикальной - уровни их потенциального влияния на ключевые производственные процессы (ранжируемые от незначительного до критического). В каждом элементе матрицы содержится комплексный показатель оценки риска, рассчитываемый по специально разработанной формуле.

$$R_{ij} = P_i \cdot I_j \cdot K_{ij},$$

где R_{ij} — итоговая оценка риска в ячейке, P_i — оценка вероятности возникновения риска, I_j — уровень влияния на процессы, K_{ij} — коэффициент взаимодействия, отражающий корреляционную зависимость между отдельными рисковыми факторами.

Разработанная методика оценки рисков отличается внедрением коэффициента взаимной корреляции, позволяющего учесть суммарный и взаимоусиливающий эффект от одновременного возникновения нескольких рисковых ситуаций. В качестве иллюстрации можно привести ситуацию, когда одновременное нарушение логистических цепочек и производственного процесса приводит к суммарным потерям, значительно превышающим простое сложение ущерба от каждого события в отдельности. Математическое описание данной взаимозависимости существенно повышает точность прогностических оценок.

Графическое представление результатов анализа реализуется посредством цветовой градации: минимальные риски отображаются зеленым спектром, промежуточные значения маркируются желтым, а зоны критических рисков выделяются красным цветом. Подобная система визуализации обеспечивает максимальную доступность информации для восприятия и упрощает процедуру принятия управленческих решений на всех уровнях организационной структуры [4].

Апробация разработанной методики в условиях действующего машиностроительного предприятия продемонстрировала высокую эффективность её применения в реальном производственном процессе. Использование матричного подхода позволило провести комплексную классификацию существующих рисков и идентифицировать критические области их

взаимного влияния, требующие приоритетного внимания. Дополнительно были разработаны алгоритмы управленческого реагирования, базирующиеся на моделировании наиболее вероятных комбинаций рисковых событий.

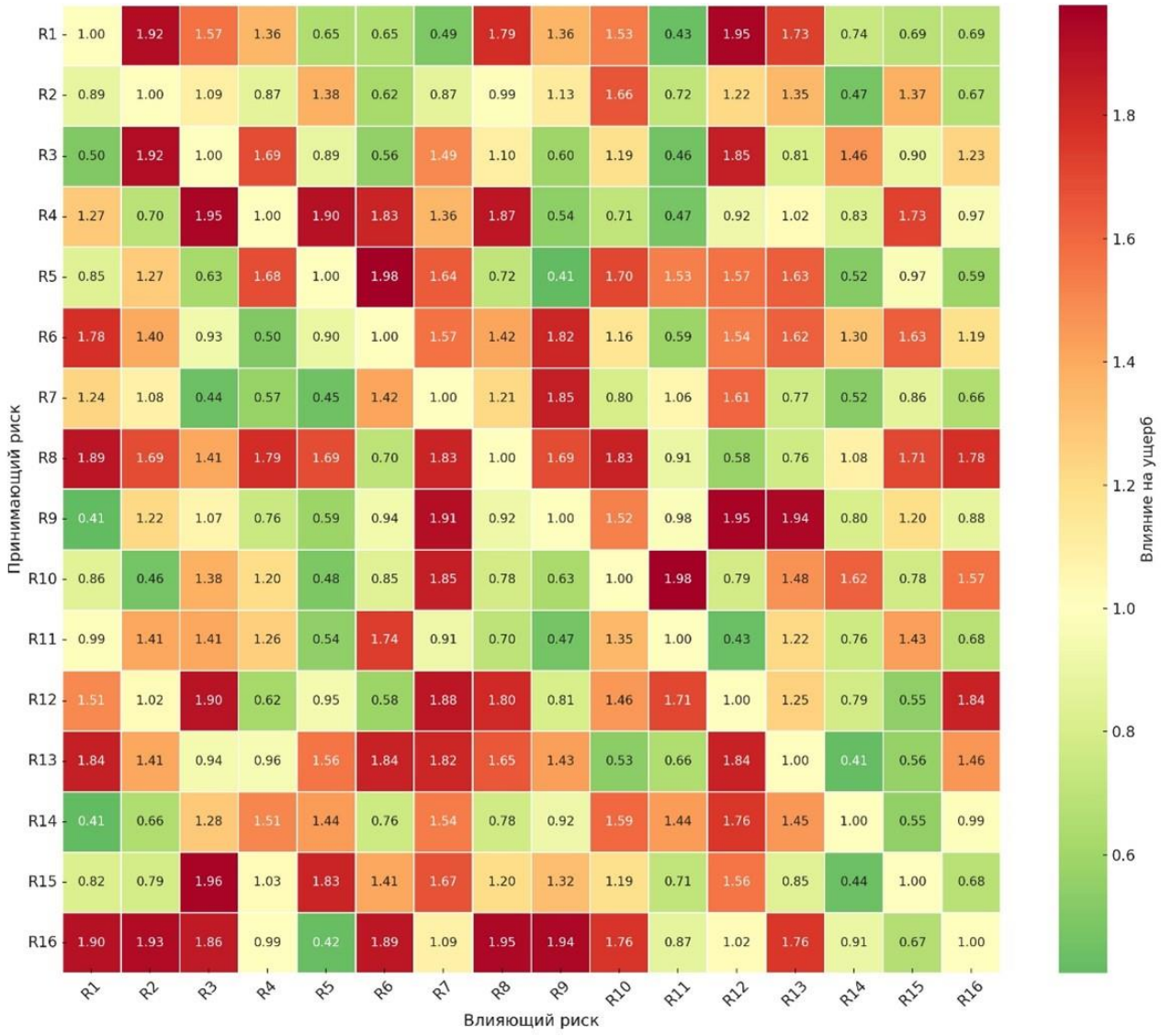

Рис.1. Матрица воздействия рисков

Исследование полученных результатов подтверждает, что внедрение матричной системы оценки способствует оптимизации распределения ресурсов, превентивному предупреждению негативных последствий и выявлению потенциальных возможностей развития в условиях неопределенности. Предложенная методика характеризуется высокой степенью адаптивности к различным производственным условиям и возможностью интеграции в существующие системы управления качеством, соответствующие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [2].

Следовательно, представленная модель является комплексным инструментом анализа и практического применения, сочетающим математическую точность оценки рисковых факторов с интуитивно понятной системой визуализации, что приобретает особую значимость в контексте машиностроительного производства, характеризующегося высоким уровнем технологической сложности и многообразием потенциальных источников риска.

Библиографический список

1. Воронцовский А.В. Управление рисками: теория и практика. — М.: Юрайт, 2017. — 416 с.
2. Бурыкин А.Д., Костоева Е.Х. Организация риск-менеджмента на предприятии // Вестник научных конференций. — 2016. — № 4. — С. 29–31.
3. Вяцкова Н. Концептуальные и научные подходы к управлению рисками предприятий // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. — 2014. — № 2. — С. 260–264.
4. Корнилова А.В. Методология оценки рисков с учётом корреляционных зависимостей // Экономика и управление. — 2020. — № 6 (174). — С. 87–91.
5. Шаров И.В., Макаров П.Г. Применение матричных моделей в управлении производственными рисками // Менеджмент и бизнес-администрирование. — 2021. — № 3. — С. 54–59.

Яковлева Мария Андреевна – магистрант, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления, студент группы ЭДМ-24-04, mari.yakovleva.0202@mail.ru.

Козлова Александра Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», a.kozlova@stankin.ru.

УДК 006.05

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОДЕТАНДЕРА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦИКЛЕ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

ANALYSIS OF THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE TURBO EXPANDER IN THE PRODUCTION CYCLE OF LIQUEFIED NATURAL GAS

Ясашин В.А., Лебедева Д.Д.

Yasashin V.A., Lebedeva D.D.

Аннотация. В современной энергетике среди углеводородных ресурсов ключевое место занимает природный газ и, особенно, сжиженный природный газ (СПГ). Качество конечного продукта – СПГ – в значительной степени определяется надежностью и эффективностью работы технологического оборудования, используемого на всех этапах его производства. Особую роль в технологической цепочке производства СПГ играют компрессорные и расширительные агрегаты. Среди них турбодетандеры выделяются как критически важные элементы, непосредственно влияющие на энергоэффективность всего процесса. Их работа определяет не только производительность установок, но и экономическую целесообразность производства СПГ в целом. В статье на основе анализа документов по стандартизации выделены основные качественные характеристики турбодетандера.

Abstract. In modern energy, natural gas and, especially, liquefied natural gas (LNG) occupies a key place among hydrocarbon resources. The quality of the final product, LNG– is largely determined by the reliability and efficiency of the technological equipment used at all stages of its production. Compressor and expansion units play a special role in the technological chain of LNG production. Among them, turbo expanders stand out as critically important elements that directly affect the energy efficiency of the entire process. Their work determines not only the productivity of the installations, but also the economic feasibility of LNG production in general. Based on the analysis of standardization documents, the article highlights the main qualitative characteristics of the turbo expander.

Ключевые слова: турбодетандер; сжиженный природный газ (СПГ); качество; стандарт; испытания.

Keywords: turbo expander; liquefied natural gas (LNG); quality; standard; testing.

В настоящее время углеводородное сырье по-прежнему играет лидирующую роль, оставаясь фундаментом мирового топливно-энергетического баланса. Их грамотное использование представляет стратегически важную задачу для развития российской экономики [1].

Исследования динамики энергопотребления последних лет демонстрируют устойчивую тенденцию: доля угля и в некоторой степени нефти в энергобалансе сокращается, тогда как значение природного газа продолжает возрастать [2]. В этом контексте производство сжиженного природного газа (СПГ) является одним из наиболее эффективных методов переработки

и использования газовых ресурсов. Технологической основой данного направления служит процесс сжижения природного газа, позволяющий существенно расширить возможности его транспортировки и применения.

Как правило, в технологических линиях по производству сжиженного природного газа (СПГ) малой и средней производительности центральное место занимает турбодетандер. Этот агрегат выполняет важнейшую функцию, выступая в качестве привода для компрессора, который осуществляет сжатие газового потока. Турбодетандер и компрессор образуют единый турбодетандерный агрегат (ТДА). К тому же, следует учитывать то, что конструктивные особенности турбодетандера обеспечивают его функциональную универсальность. При необходимости вместо компрессора агрегат может быть оснащен электрогенератором, что позволяет преобразовывать энергию расширяющегося газа в электрическую. Такое конструктивное решение значительно расширяет эксплуатационные возможности оборудования, позволяя оптимизировать энергобаланс производства.

Конструктивная схема турбодетандера представлена на рисунке 1. Турбодетандер состоит из коробок (распределительных) 1, необходимых для контроля положения, скорости и температуры подшипника, уплотненных проходных соединений 2, обеспечивающих уплотнения между распределительными коробками и корпусом подшипника, активных магнитных подшипников 3, диффузора 4, в котором завершается расширение технологического газа, корпуса 5, соплового узла 6 (входной направляющий аппарат), рабочего колеса 7, теплозащитной стенки 8, которая отделяет криогенную среду от теплового корпуса подшипника, корпуса подшипника 9, корпуса компрессора 10 и входной спирали компрессора 11, которая увеличивает давление на входе рабочего колеса для обеспечения более высокого коэффициента сжатия [3].

Анализ документов по стандартизации показывает [4-6], что согласно действующим нормативным положениям, подтверждение соответствия турбодетандеров традиционно осуществляется через процедуру декларирования. Однако технический анализ особенностей эксплуатации данного оборудования указывает на необходимость более строгого регулирования, поскольку турбодетандеры функционируют под избыточным давлением и подпадают под действие технического регламента ТР ТС 032/2013 [6].

Дополнительным фактором риска является потенциальная взрыво- и пожароопасность процессов, связанных с работой турбодетандеров. Учитывая эти обстоятельства, как производители, так и потребители оборудования все чаще переходят от декларирования к обязательной сертификации. Такая практика позволяет существенно повысить достоверность оценки качества и безопасности оборудования, обеспечивая более надежный контроль на этапе ввода в эксплуатацию.

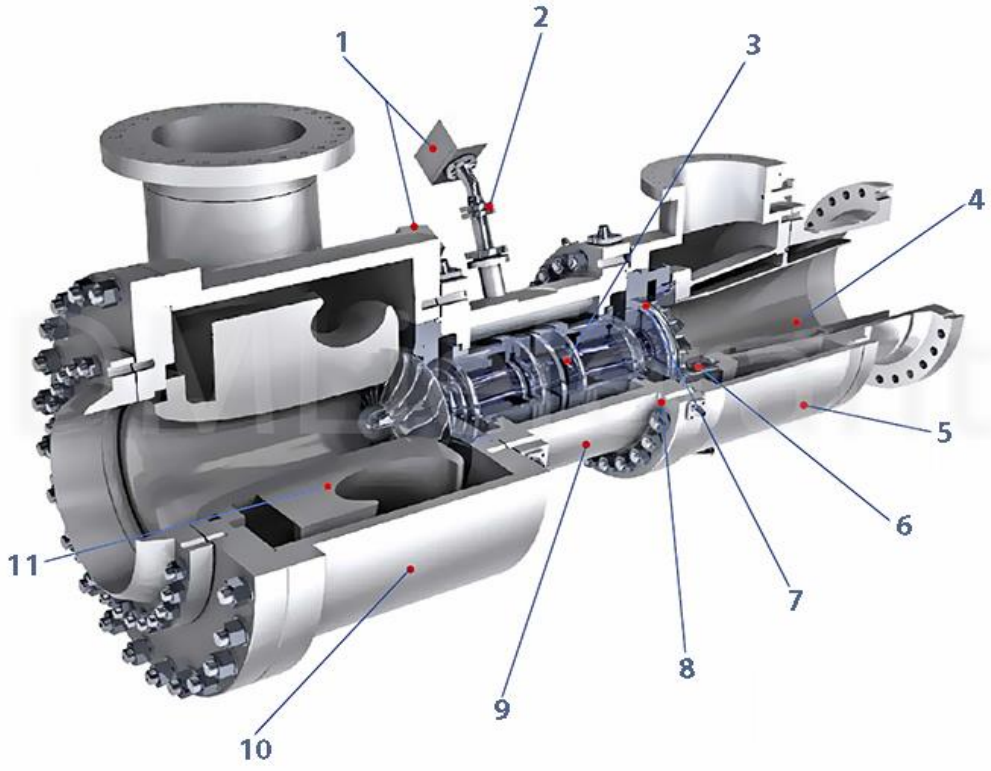

Рис. 1 – Конструктивная схема турбодетандера:

1 – коробки (распределительные), 2 – проходные соединения (уплотненные), 3 – подшипники (магнитные активные), 4 – диффузор, 5 – корпус, 6 – узел сопла, 7 – колесо рабочее, 8 – стенка с теплозащитой, 9 – подшипник (корпус), 10 – компрессор (корпус), 11 – компрессор (входная спираль).

Анализ документов по стандартизации выявил основные качественные показатели турбодетандеров, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества турбодетандеров

Показатели качества	Соответствие требованиям	Примечания
Герметичность	Визуальный осмотр на отсутствие утечек	Рабочая среда из внешней полости турбодетандера не должна выходить во внешнюю (окружающую) среду
Производительность	Подсчет производительности по окончании испытаний, сравнение полученного значения с результатом расходомера	Показатель интенсивности работы оборудования, который измеряется качеством продукта, произведенного оборудованием в единицу времени
Взрыво-пожаробезопасность	ТР ТС 012/2011 [6]	Техническое оборудование должно разрабатываться так,

		чтобы предотвратить возможность взрыва и (или) пожара в технологическом оборудовании при номинальном режиме работы

На основе проведенных и представленных нами исследований были выделены основные качественные характеристики турбодетандеров, оценивая которые можно говорить о повышении производительности данного оборудования. При этом повышение производительности турбодетандеров позволит отечественным заводам-производителям составлять достойную конкуренцию на российском и зарубежном рынках, производя нефтегазовое оборудование отличного качества.

Библиографический список

1. Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. – 159 с.

2. Ясашин В.А., Приставка В.Д., Габдуллова Р.Р. Анализ документов по стандартизации жизненного цикла природного газа от скважины до сжиженного природного газа. – 2022. – №2(128) – С. 29-37. – DOI: 10.33285/1999-6934-2022-2(128)-29-37

3. Конструктивные особенности детандеров-компрессоров Rotoflow – URL: https://dmliefer.ru/rotoflow

4. О безопасности машин и оборудования [Электронный ресурс]: технический регламент Таможенного союза от 18.10.2011 ТРТС 010/2011. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902307904

5. СТО Газпром 2-3.5-748-2013 Турбодетандерные агрегаты. Типовые технические требования. – М., 2014. – 41 с.

6. О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах [Электронный ресурс]: технический регламент Таможенного союза от 18.10.2011 ТР ТС 012/2011. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902307910.

Виталий Анатольевич Ясашин – д.т.н., старший научный сотрудник, профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, yasashin@rambler.ru.

Дарья Денисовна Лебедева – магистрант, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, lebedeva.d@gubkin.ru.

К 95-летию
МГТУ «СТАНКИН»
Новые подходы к обеспечению экологической и производственной безопасности

УДК 697.921.42

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОЙ ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ
PRACTICAL USE OF ADJUSTABLE EXTRACTION SYSTEM

Агафонов Н.В. Шварцбург Л.Э.

Agafonov N.V. Schwarzburg L.E.

Аннотация: В данной статье рассматривается практическое использование регулируемой вытяжной системы, проведен опыт с результатами, который показывает эффективность регулируемой локальной вытяжной системы за счет перенаправлении потоков.

Abstract: This article examines the practical application of an adjustable exhaust system. An experiment was conducted with results demonstrating the effectiveness of a controlled local exhaust system through the redirection of airflows.

Ключевые слова: регулируемая вытяжная система, перенаправление потоков воздуха, очищение воздуха рабочей зоны, уменьшение производственных рисков.

Key-words: adjustable exhaust system, airflow redirection, workplace air purification, reduction of industrial risks.

На производственных участках, где используется станочное оборудование и происходит максимальное выделение таких вредных веществ как:

- Мелкодисперсная пыль.
- Тепловое разложение СОЖ.
- Пары и аэрозоли.

Пренебрегая средствами индивидуальной защиты дыхательных органов или же специальных очистных систем, могут проявляться заболевания [3].

Требуется установка локальной вытяжной системы, которая будет удалять вредные вещества, тем самым снижать производственные риски. Для примера работы установки смоделируем производственные работы предприятия. Имеется предприятия с парком станков, которые обрабатываю заготовки из таких материалов как: искусственный камень, древесина, фторопласт, пластик. При обработке данных материалов происходит выделение вредных веществ, а именно: мелкодисперсная пыль, вредны пары от жжения древесины. Все эти вредные вещества, которые влияют на производственные риски необходимо удалять, для это используется регулируемая вытяжная система (см. рис. 1). Данная вытяжная система будет локально удалять вредные вещества по принципу вытяжной вентиляции, реагировать за счет датчиков, которые расположены вытяжном трубопроводе и тем самым регулировать заслонку, которая в свою очередь отвечает за пропускную способность трубопровода (см. рис. 2). За счет автоматического управления заслонками, данная вентиляционная система позволит продлевать

жизненный цикл оборудования самой системы, ведь можно регулировать потоки, создавая большую или меньшую пропускную способность, что в свою очередь экономит электроэнергию, рабочие часы органов системы [1].

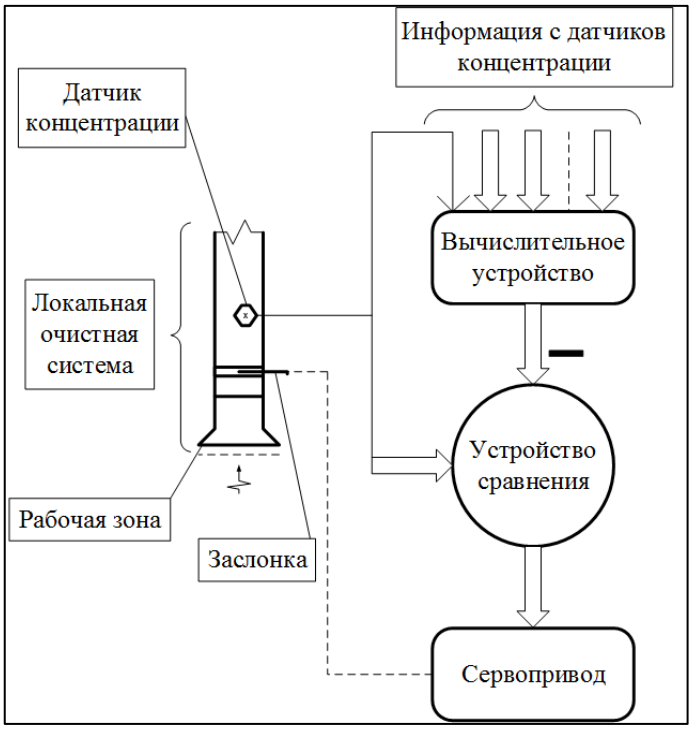

Рис. 1. Схема использования регулируемой вытяжной системы на производстве

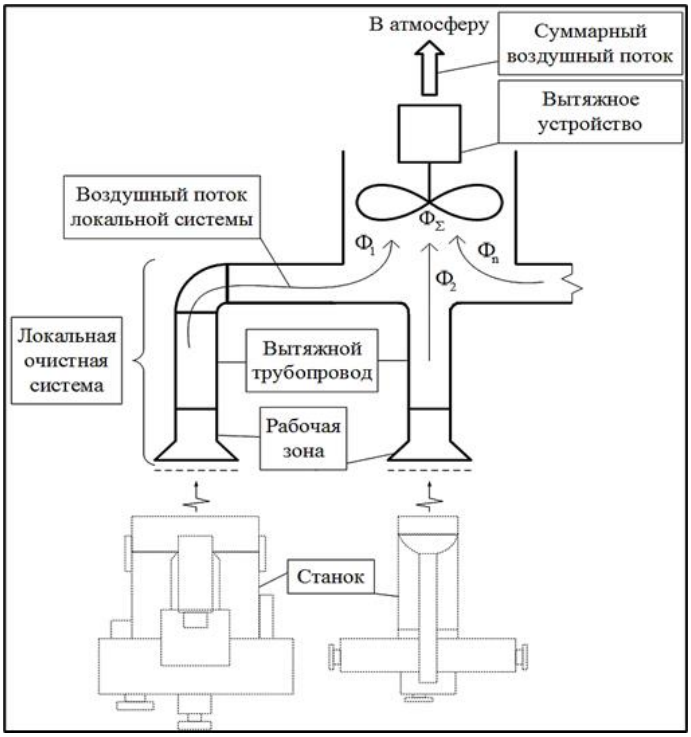

Рис. 2. Структурная схема управления эффективностью очистной системы

Был проведен эксперимент, из которого можно сделать выводы на сколько успешна регулируемая вентиляционная система. Для эксперимента был выполнен макет (см. рис. 3).

Рис. 3. Макет регулируемой системы вентиляции

Использовались две заслонки, одна из которых была всегда открыта на максимум, а вторая закрывалась на 10 мм, пока не закрылась полностью.

Для эксперимента использовалась мелкодисперсная пыль, стаканчик, тара и весы (см. рис. 4).

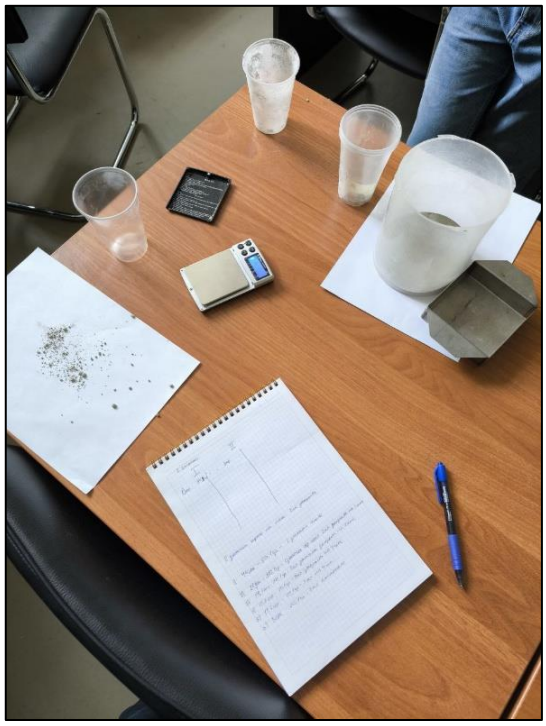

Рис. 4. Оборудование для эксперимента.

Ход выполнения эксперимента:

1. Замерялось требуемое количество материала мелкодисперсной пыли в количестве 50 грамм, с помощью мерного стаканчика и весов с ценой деления 0,1 гр.
2. Полученное количество высыпалось в тару (см. рис. 5).
3. Включение установки и регулирование заслонок.
4. Замер временного промежутка при начале работы установки и удаления мелкодисперсной пыли из тары.
5. Фиксирование результата - фиксирование времени, за которое опустошилась тара.

Рис. 5. Тара под материал

Из проведенного эксперимента получаем таблицу результативности (см. табл. 1).

Таблица 1.

Результативность эксперимента

№	Состояние первой заслонки	Состояние второй заслонки	Вес материала	Время, за которое материал удален (1-ая очистная система)
1	Открыта полностью	Открыта полностью	50,1 ± 1гр.	22,3 сек.
2	Открыта полностью	Закрыта на 10мм	50,1 ± 1гр.	20,1 сек.

3	Открыта полностью	Закрыта на 20мм	50,1 ± 1гр.	17,4 сек.
4	Открыта полностью	Закрыта на 30мм	50,1 ± 1гр.	12,6 сек.
5	Открыта полностью	Закрыта на 40мм	50,1 ± 1гр.	10,5 сек
6	Открыта полностью	Закрыта полностью	50,1 ± 1гр.	8 сек.

На основание таблицы результативности построим график зависимости времени удаления материала от закрытия одной из двух заслонок (см. рис. 6).

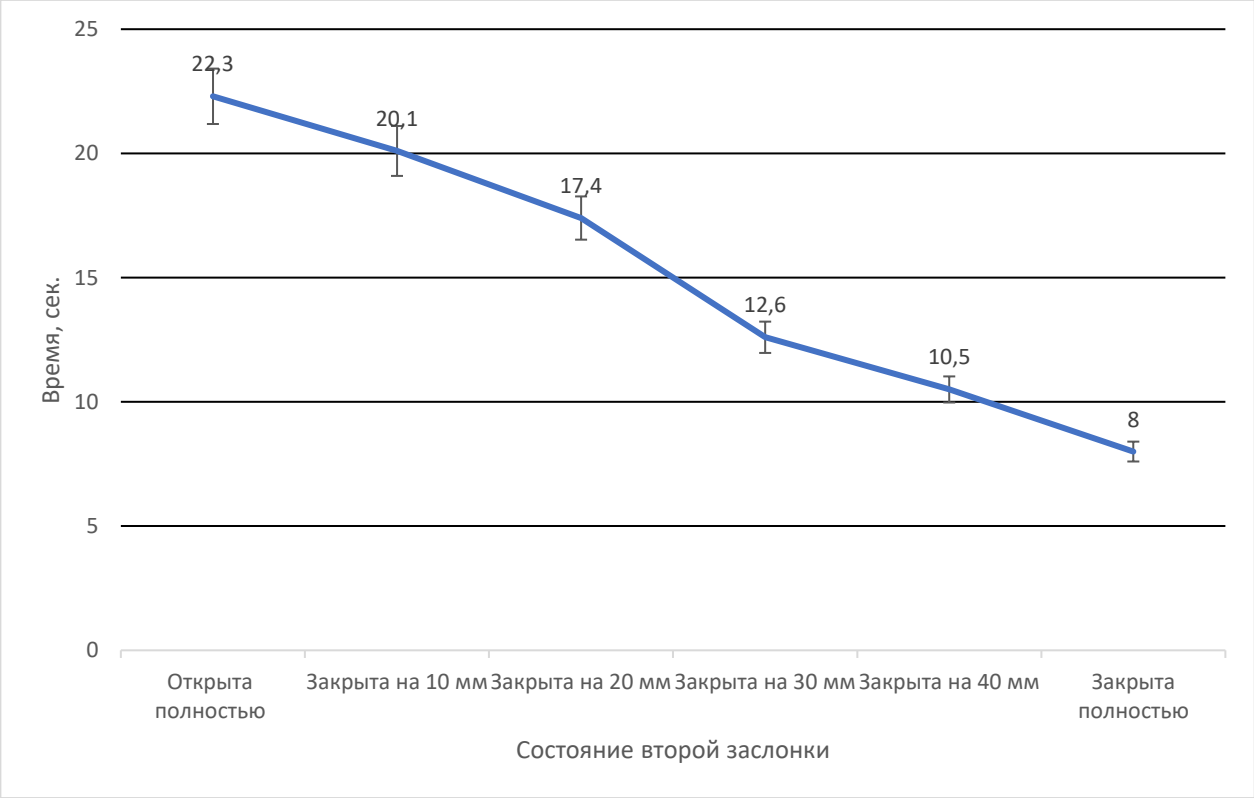

Рис. 6. График зависимости времени от состояния заслонки

По результатам экспериментального исследования: можно сделать вывод что за счет перекрытия заслонок происходит перераспределение скорости потока воздуха, что в свою очередь позволяет регулировать мощность очистной системы. К примеру: имеется два станка, которые расположены на деревообрабатывающем предприятии, в данный момент один станок находится в простое и на нем происходит процесс наладки, на втором станке в это же время происходит обработка заготовки из древесины, при обработке древесины в воздух рабочей зоны попадают такие вредные вещества как: древесная стружка, пыль, смолы, дым. Все эти вредные вещества негативно сказываются на организме человека, попадая внутрь за счет

дыхательных систем человека. Данная система за счет регулирования заслонок позволит перекрыть заслонку в воздушном канале, который идет к первому станку и за счет этого, перенаправить скорость потока воздуха в второму станку, что позволит увеличить пропускную способность, а вследствие повысить эффективность очистки воздуха (см. рис. 7).

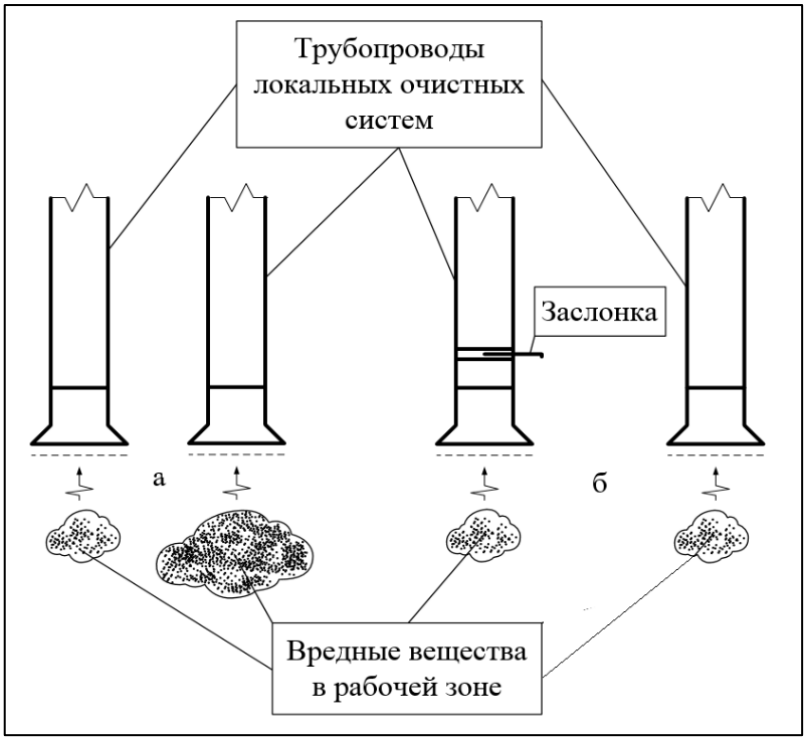

Рис. 7. Эффективность аддитивной локальной системы очистки воздуха:

а – традиционная аддитивная локальная система;

б – высокоэффективная аддитивная локальная система

На основе эксперимента было выполнено сравнение скорости потока воздуха двух локальных вытяжных систем. Для составления таблицы сравнения необходимо было рассчитать скорость потока воздуха в вентиляции с круглым воздуховодом диаметром 315мм, зная производительность предполагаемого вентилятора - «Элком ВЦ 14-46 № 4 правое 0 с дв. 4/1500 03.02.000672» типа «улитка», которая равняется 5450 м^3/ч с двигателем 3кВт/ч [2].

Был выполнен расчет скорости потока воздуха по формуле для круглой трубы (см. табл. 2):

$$V = \frac{L \times 4 \times 1000000}{3600 \times \pi \times d^2}$$

где V – скорость потока (м/с);

L –производительность вентилятора;

d – диаметр воздуховода

Таблица 2.

Расчёт скорости потока воздуха в двухканальной системе вентиляции

Согласно таблице 2 можно заметить, что регулирование заслонок в воздушных канал

Стандартная система вентиляции с круглым воздуховодом диаметром 315мм			Регулируемая система вентиляции с круглым воздуховодом диаметром 315мм		
Производительность вентилятора, $м^3/ч$	Скорость потока в первом канале, м/с	Скорость потока в втором канале, м/с	Производительность вентилятора, $м^3/ч$	Скорость потока в первом канале, м/с	Скорость потока в втором канале м/с
5450	8,7	8,7	5450	0-19,4	0-19,4
4500	8	8	4500	0-16	0-16
3500	6,25	6,25	3500	0-12,5	0-12,5
2500	4,45	4,45	2500	0-8,9	0-8,9
1500	2,65	2,65	1500	0-5,3	0-5,3
500	0,9	0,9	500	0-1,8	0-1,8

приводить к изменениям пропускной способности, что позволяет уменьшать ее или же наоборот поддерживать столь высокой за счет регулирования заслонками. Если имеется

необходимость включить вентиляцию только для первого канала и требуется, чтобы скорость потока воздуха в канале была не менее 8 м/с. Можно запустить вентилятор на производительной мощности в 2500 м3/ч и перекрыть второй канал, что позволяет использовать вентилятор на 50 % заявленной мощности, в отличии от стандартной системы вентиляции. Используя вентилятор на меньшей мощности, продлевается срок его эксплуатации, а следовательно понижение производственного риска.

Заключение

Из экспериментального исследования можно сделать вывод, что при закрытии одной из двух заслонок возрастает скорость потока в другом трубопроводе, что приводит к повышению работоспособности. Локальную вытяжную систему можно задействовать в производственном предприятии, снабдив парк станков локальной системой очистки воздуха и

подключить все к одной системе воздуховодов, которая ведет к вытяжному устройству, тем самым образовав целую систему, которая отвечает за удаление вредных веществ в воздухе рабочей зоны и ведет к снижению производственных рисков.

Библиографический список

1. Автоматизация управления системой очистки воздуха рабочей зоны технологического оборудования с учётом уровня реальных загрязнений: диссертация кандидата технических наук: 05.13.06 / Кондрашов Сергей Геннадьевич; науч. рук.: Шварцбург Л.Э. - Москва, 2017. - 122 с. (дата обращения 20.05.2025)

2. Вентиляторы радиальные среднего давления ВР 280-46 (ВЦ 14-46, ВР 300-45). Паспорт. Техническое описание. Инструкция по эксплуатации // ГК «ЭЛКОМ», Рос-сия. – 28 с.

3. ГК ТехноПроф. Средства индивидуальной и коллективной защиты. [Электронный ресурс] – 2023 г. – URL: https://gktehnoprof.ru/blog/sredstva-individualnoj-i-kollektivnoj-zashhity/

Агафонов Никита Валерьевич – Аспирант 1 курса, Информационные технологии и телекоммуникации, Специальность: Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Москва, Российская Федерация, nik.agafonov.99@bk.ru.

Шварцбург Леонид Эфраимович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности, Институт социально технологического менеджмента ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Москва, Российская Федерация, lesh@stankin.ru.

УДК: 614.7:004.052:62-192

ПОДХОДЫ К ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ
APPROACHES TO AIR PURIFICATION IN THE 3D PRINTING WORK AREA

Аддас Сафух, Шварцбург Л. Э.

Addas Safouh, Shvartsburg L.E.

Аннотация: В статье рассматриваются подходы к очистке воздуха в рабочей зоне производств, использующих технологию 3D-печати методом послойного напыления пластика. Анализируется компонентный состав летучих органических соединений (ЛОС), выделяемых в процессе печати, их влияние на здоровье человека и методы фильтрации с применением современных технических средств. Предложена имитационная модель распределения концентраций ЛОС в рабочей зоне. Рассматриваются системы принудительной вентиляции с фильтрацией и эффективность многовходовых циклонов для сепарации ЛОС по размеру и скорости осаждения. На основе моделирования установлены эмпирические зависимости, связывающие производительность циклона, эффективность фильтрации и диаметр частиц. Показано, что эффективное управление воздухоочисткой возможно только при использовании циклонов с регулируемыми входами, интегрированных в замкнутую систему автоматического управления по уровню ЛОС. В заключение обозначены направления дальнейших исследований в области моделирования фильтрации и автоматизации процессов.

Abstract: This article examines air purification strategies in 3D printing workspaces that use layer-by-layer thermal deposition of plastic. It reviews the composition of volatile organic compounds (VOCs) released during the process, their impact on human health, and filtration methods using modern technical means. A simulation model of VOC concentration distribution is proposed. The paper also evaluates forced ventilation systems with VOC filtration and highlights the efficiency of multi-inlet cyclones for separating VOCs by particle size and sedimentation rate. Based on the simulation model, empirical relationships are derived linking cyclone performance, filtration efficiency, and particle diameter. It is demonstrated that effective air purification management is possible only through the use of cyclones with adjustable inlets, integrated into a VOC-level-based closed-loop control system. Conclusions include proposed directions for future research in filtration modeling and system automation.

Ключевые слова: трехмерная печать, летучие органические соединения, циклонный сепаратор, автоматическое регулирование, оптимальное управление.

Keywords: three-dimensional printing, volatile organic compounds, cyclone separator, automatic regulation, optimal control.

Введение

Современный этап научно-технического прогресса, как в России, так и за рубежом, характеризуется устойчивым ростом производства конструкционных материалов на основе полимеров, в частности пластика. Одной из ключевых технологий, активно внедряемых в

промышленность с конца XX века, стала трехмерная печать, основанная на методе послойного наплавления материала вблизи границы раздела жидкой и газообразной фаз. Эта технология позволяет значительно сократить сроки подготовки изделий к серийному производству и снизить их себестоимость. Однако, несмотря на технологические преимущества, использование пластика сопровождается экологическими и санитарными рисками, связанными с выделением в рабочую зону летучих органических соединений (ЛОС). Недостаточная изученность влияния ЛОС на организм человека, а также ограниченность существующих методов их фильтрации обуславливают необходимость поиска новых решений. Настоящее исследование направлено на анализ современных подходов к очистке воздуха в условиях 3D-печати и моделирование систем фильтрации, ориентированных на минимизацию концентраций ЛОС в производственной среде.

Материалы и методы. При выполнении исследования использованы методы метаанализа литературных источников, математическое и имитационное моделирование, заменяющее на настоящем этапе натурные эксперименты.

Литературный обзор. Авторы исследования [1] анализируют распределение концентраций ЛОС в рабочей зоне во время трехмерной печати, выявляя, что наибольший вклад вносят частицы диаметром 36,5 нм, а наименьший – 116 нм. Также рассматривается влияние материала пластика на размер частиц ЛОС. Исследование [2] описывает опасность ультрадисперсных ЛОС, которые накапливаются в легких и могут вызывать хронические заболевания, такие как бронхиальная астма.

Исследование [3] показывает, что при ремонтных работах количество опасных твердых частиц в рабочих зонах химической промышленности возрастает в 3,1 – 5,8 раз, подчеркивая необходимость очистки воздуха. Аналогичные результаты для сварочных процессов представлены в исследовании [4], которое также анализирует частоты растворимых и нерастворимых примесей. Статья [5] предлагает математическую модель связи концентраций твердых примесей с параметрами производственного процесса.

Одним из способов очистки воздуха от твердых органических примесей являются циклоны. Исследование [6] использует компьютерное моделирование для определения параметров двухступенчатых циклонов и их эффективности сепарации. В статье [7] разработана математическая модель прямоточного циклона и каскадного соединения, позволяющая оптимизировать количество циклонов для максимальной эффективности. Исследование [8] показывает, что эффективность сепарации возрастает с увеличением входного потока воздуха.

Статья [9] подчеркивает взаимосвязь параметров воздушного потока в горной промышленности, что важно учитывать при проектировании сужающих устройств. Исследование [10]

предлагает использование пневмонических устройств для управления воздушным потоком, отмечая сложности электрического управления и предлагая альтернативные методы регулирования скорости потока.

На основании вышеприведенного обзора автор делает вывод о сохраняющейся актуальности применения циклонов для очистки воздуха рабочей зоны от летучих органических соединений.

Результаты. На основе анализа литературных источников и экспериментальных исследований состава примесей в воздухе рабочей зоны при трехмерной печати может быть предложена математическая модель распределения концентрации ЛОС в воздухе рабочей зоны в функции диаметра частиц и расстояния от поверхности наплавления, описываемая зависимостью (1):

$$n = \exp\left(\kappa \cdot \frac{x}{d}\right), \quad (1)$$

где n – концентрация частиц одного диаметра в условном объеме воздуха рабочей зоны, см$^{-3}$;

x – расстояние до поверхности наплавления, см;

d – диаметр частиц, мкм;

κ – эмпирический коэффициент, учитывающий интенсивность осаждения частиц ЛОС.

На рисунке 1 приведены характеристики концентрации частиц ЛОС в функции расстояния от поверхности наплавления, из которых может быть сделан вывод о росте скорости осаждения частиц с ростом их диаметра. Однако, поскольку наибольшую опасность представляют именно ультрадисперсные частицы, основное внимание при фильтрации необходимо уделять именно им.

С другой стороны, эффективность фильтрации частиц ЛОС с помощью циклонных сепараторов может быть описана математической моделью (2):

$$\eta = 1 - \exp\left(\zeta \cdot \frac{d}{D_{in}}\right), \quad (2)$$

где η – эффективность фильтрации (градиент снижения концентрации ЛОС);

D_{in} – входной диаметр циклона, м;

ζ – эмпирический коэффициент, учитывающий геометрию циклона и скорость воздушного потока.

Из анализа приведенной математической модели (рис. 2), может быть сделан вывод о влиянии диаметра циклона на эффективность фильтрации. При этом, каждому диаметру частиц соответствует определенный диаметр входа.

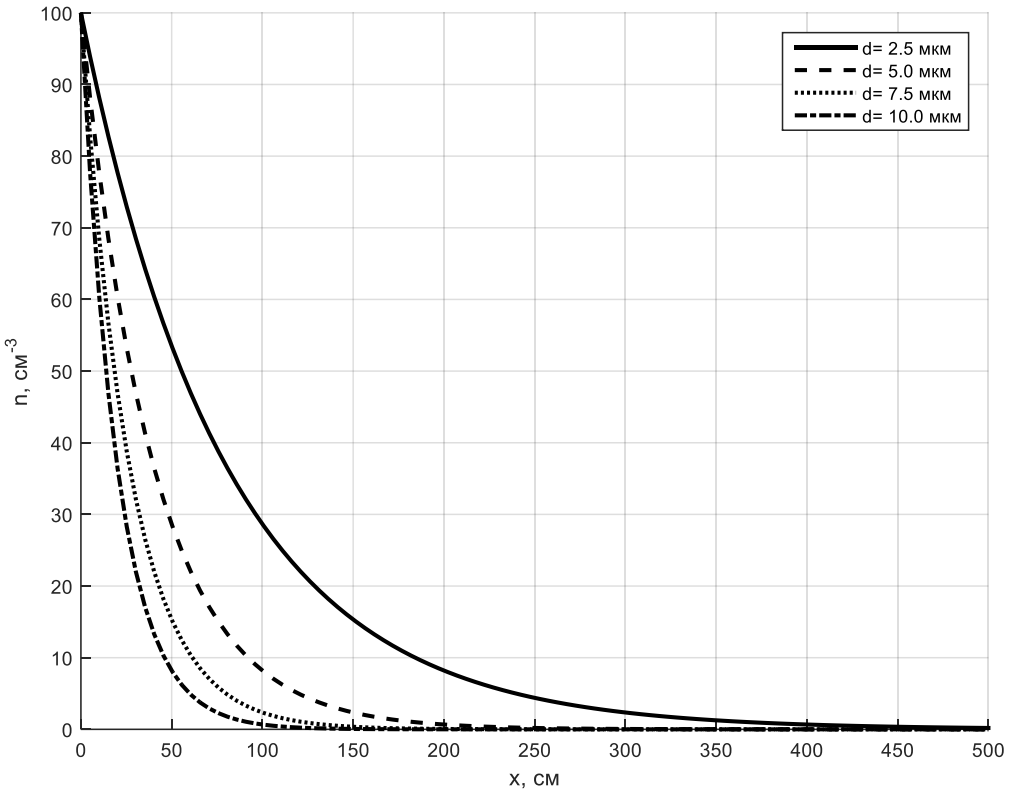

Рис. 1. Зависимость концентрации ЛОС в воздухе от расстояния до поверхности наплавления

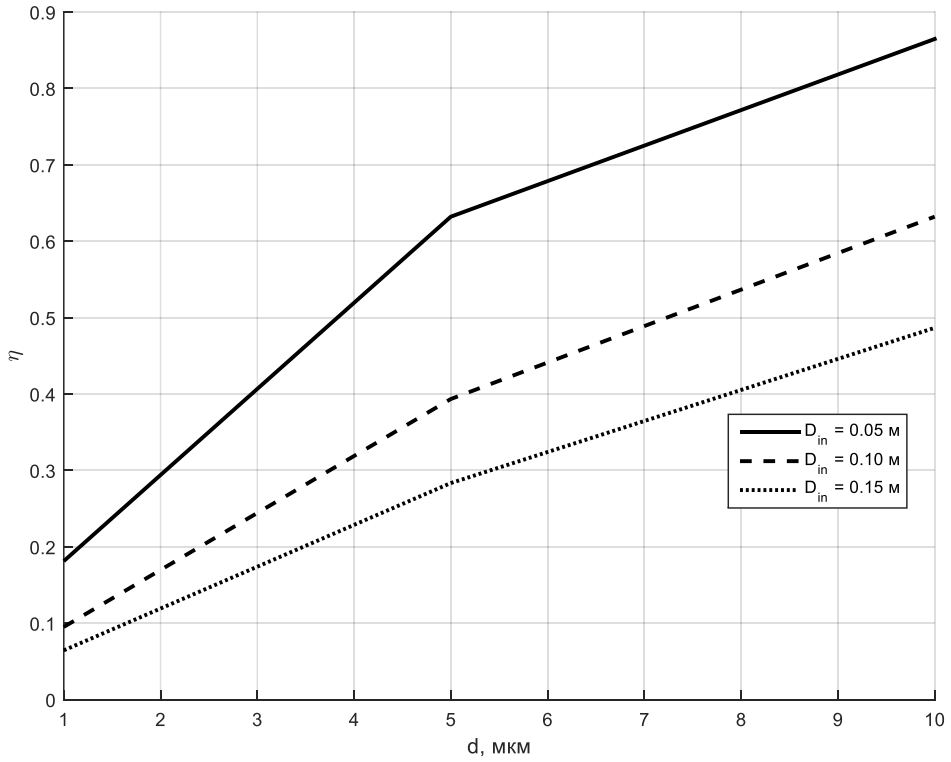

Рис. 2. Зависимость эффективности фильтрации от диаметра частиц и диаметра входа циклона

Таким образом, может быть сделан вывод о неэффективности применения нерегулируемых циклонов для фильтрации ЛОС, ввиду многокомпонентного состава выбросов в воздух рабочей зоны.

Обсуждение. Результаты исследования указывают на функциональную зависимость эффективности фильтрации и распределения концентраций частиц различных диаметров как от диаметра частиц ЛОС, так и от диаметра входа циклона. Соответственно, для эффективной фильтрации многокомпонентной смеси ЛОС могут быть использованы несколько подходов:

- применение нескольких циклонов с различным диаметром входа с целью обеспечения равномерной эффективности фильтрации в функции диаметра частиц;
- многоэтапная фильтрация за счет применения циклона с регулируемым диаметром входа;
- применение многовходовых циклонов с различными диаметрами отдельных входов, совмещающих, фактически, достоинства многоциклонной фильтрации с более высокой энергетической эффективностью одиночного циклона.

Наиболее перспективным, с точки зрения автора настоящего исследования, является применение комбинации второго и третьего подхода – использование многовходового циклона с регулируемыми входами. При этом, с одной стороны, такой подход позволяет со значительной эффективностью собирать весь спектр ЛОС в одном объеме сепаратора, что, учитывая аморфный характер органических соединений, подразумевающий отсутствие изменения структуры в сравнении с исходным пластиком, позволяет обеспечить возможность повторного использования отфильтрованных частиц.

С учетом перечисленных в настоящей статье аргументов, может быть предложена обобщенная замкнутая система воздухоочистки, структура которой приведена на рис. 3. На вычислительное устройство подается сигнал с датчика температуры в зоне наплавления и тип наплавляемого материала. Данный модуль на основе полученных сигналов выполняет прогнозирование текущей концентрации органических соединений в рабочей зоне и вырабатывает задающие воздействия на регулятор мощности компрессора циклона и регулятор эффективного диаметра входных патрубков.

С другой стороны, данный подход требует дополнительных исследований в области регулирования параметров циклонов, а в более общем случае – исследованию многовходовых циклонных агрегатов как исполнительных механизмов в составе замкнутой системы управления воздухоочисткой.

Заключение.

Полученные в ходе настоящего исследования результаты и их интерпретация позволяют поставить ряд задач, требующих дальнейшего исследования:

- разработка математической модели многовходового циклона, как элемента замкнутой системы управления воздухоочисткой в рабочей зоне;

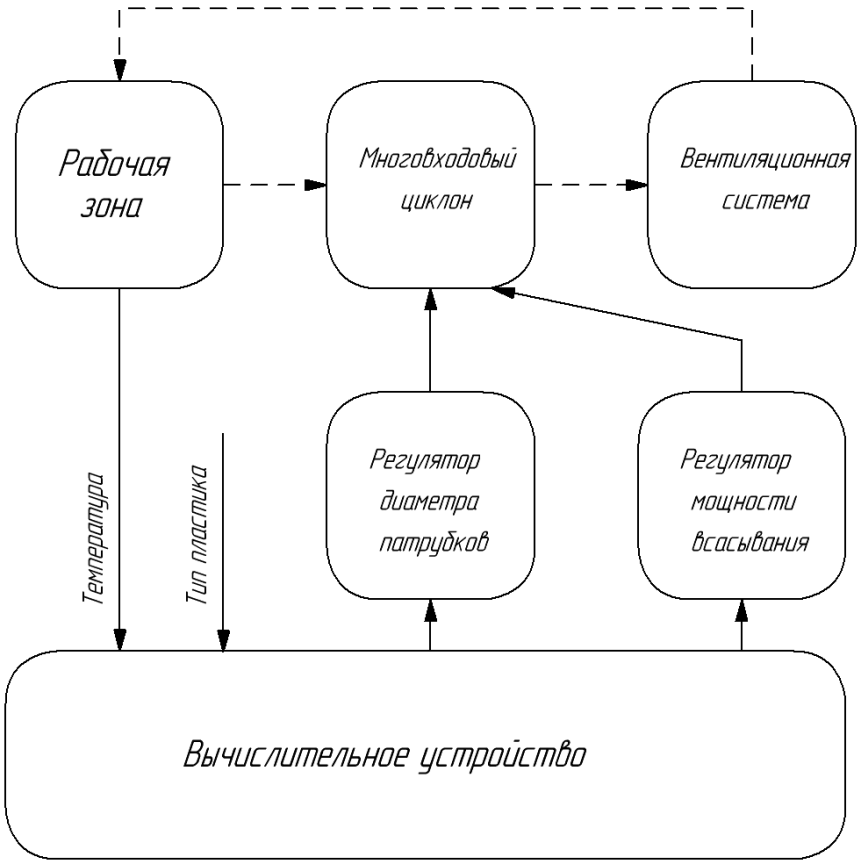

Рис. 3. Структура замкнутой системы воздухоочистки

- исследование системы воздухоочистки, как объекта регулирования;
- разработка и усовершенствование конструкций многовходовых циклонных сепараторов применительно к задаче фильтрации ЛОС.

Решение предлагаемых задач включает в себя исследования в различных областях науки и техники. Так, построение замкнутой системы воздухоочистки невозможно без измерения концентрации ЛОС в воздухе рабочей зоны. На данный момент данная задача решается только методами лабораторного контроля. В связи с этим представляет интерес направление разработки датчиков, позволяющих измерение в режиме реального времени, что требует использования современных достижений аналитической химии и химии полимеров.

Разработка конструкций специализированных циклонных сепараторов требует применения методов аэродинамики, современных математических моделей турбулентных воздушных потоков и подходов к их имитационному моделированию.

Построение и исследование замкнутой системы воздухоочистки, в свою очередь, сводится к задаче синтеза и анализа нелинейных систем автоматического управления, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями, не имеющими, в общем случае, единого метода аналитического решения. Именно это направление выбрано в качестве основной задачи дальнейших исследований. Первым шагом в построении такой системы станет построение математической и имитационной модели многовходового циклона – основного регулирующего элемента такой замкнутой системы.

Библиографический список

1. Анализ гигиенической ситуации на производстве и контроль уровней загрязнения воздушной среды предприятий химического комплекса / Н. А. Бейгул, Л. К. Каримова, Н. А. Мулдашева [и др.] // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 107-6. – С. 85-89.

2. Гигиеническая характеристика загрязнения воздуха рабочей зоны сварочного производства в судостроении (на примере верфей Санкт-Петербурга) / М. В. Чащин, А. И. Атабеков, Е. А. Кайк [и др.] // Журнал медико-биологических исследований. – 2023. – Т. 11, № 4. – С. 451-461.

3. Оценка запыленности воздуха при производстве железобетонных изделий / В. А. Дмитриенко, В. И. Голик, С. А. Масленников, В. В. Пушкина // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 5. – С. 69-74.

4. Пшенов, Е. А. Обоснование конструктивных параметров вихревой воронки двухступенчатого циклона с применением компьютерного моделирования / Е. А. Пшенов, С. С. Блескин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2024. – № 1(43). – С. 175-184.

5. Васильев, П. С. Модернизация систем улавливания и аспирации производства пылящего технического углерода / П. С. Васильев, Е. Г. Баклаушева // Химическая безопасность. – 2020. – Т. 4, № 2. – С. 212-225.

6. Зинуров, В. Э. Повышение эффективности аспирационных систем при обработке крахмалистого сырья / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, Р. Р. Мубаракшина // Ползуновский вестник. – 2020. – № 2. – С. 18-22.

7. Экспериментальные исследования проветривания тупиковой выработки нагнетательным способом при различном отставании вентиляционного трубопровода от груди

забоя / А. А. Каменских, Г. З. Файнбург, М. А. Семин, А. В. Таций // Горные науки и технологии. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 41-52.

8. Мурзинов, В. Л. Методы пневмоники в управлении струйными потоками в системах транспортирования на воздушной подушке / В. Л. Мурзинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 74. – С. 25-34.

9. Замалиева, А. Т. Исследование нового высокоэффективного циклона-фильтра для очистки от мелкодисперсной пыли класса PM2,5 и PM10 / А. Т. Замалиева // Фундаментальные и прикладные разработки естественных и гуманитарных наук: современные концепции, последние тенденции развития : Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции: в 4-х частях, Ростов-на-Дону, 24 сентября 2018 года. Том Часть 1. – Ростов-на-Дону: Южный университет (ИУБиП), 2018. – С. 131-134.

10. Петрова, М. С. Система очистки выбросов из рабочей зоны 3D-принтера при работе с металлическими порошками / М. М. С. Петрова // Будущее машиностроения России. 2022 : сборник докладов. XV Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 21–24 сентября 2022 года. Том 2. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. – С. 157-160.

Аддас Сафух - аспирант, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» addassafouh@gmail.com.

Шварцбург Леонид Эфраимович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», lesh@stankin.ru.

УДК 62-51

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕАТИВНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА
METHODS FOR FORMING CREATIVITY OF A FUTURE SPECIALIST

Гвоздкова С.И., Артемьева М.С., Кулизаде Д.И.

Gvozdkova S.I., Artemyeva M.S., Kulizade D.I.

Аннотация: Проведен анализ алгоритма разработки «Учебного изобретения» для лабораторных занятий по блоку взаимосвязанных дисциплин направления «Техносферная безопасность». Разработанные инновационные решения, способствующие повышению эффективности экологически ориентированных процессов, используют при разработке выпускных квалификационных работ (ВКР) студентов.

Abstract: An analysis of the algorithm for developing an «Educational Invention» for laboratory classes in a block of interrelated disciplines in the direction «Technosphere Safety» was carried out. The developed innovative solutions that help improve the efficiency of environmentally oriented processes are used in the development of students' final qualifying works.

Ключевые слова: алгоритм, изобретение, инновация, техносферная безопасность, экология.

Keywords: algorithm, invention, innovation, techno sphere safety, ecology.

Согласно Концепции технологического развития на период до 2030 года [1] её реализация потребует большого количества высококвалифицированных специалистов. Планируется достижение к 2030 году рост числа патентных заявок в 2, 4 раза.

На кафедре инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ «СТАНКИН» разработаны методические указания «Составление заявки «Учебное изобретение» для лабораторных занятий по блоку взаимосвязанных дисциплин по направлению «Техносферная безопасность»: «Процессы, аппараты защиты окружающей среды», «Химические и биологические методы обеспечения безопасности», «Инженерные технологии управления потреблением ресурсов и отходами», «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности».

За более 25 лет работы кафедры сложилась практика включения в выпускные квалификационные работы (ВКР) студентов инновационных решений, повышающих эффективность экологически ориентированных процессов. Оригинальность ряда ВКР студентов, диссертационных работ аспирантов и сотрудников кафедры была подтверждена патентами. Это послужило основанием для определения Алгоритма разработки «Учебного изобретения».

Этапы алгоритма разработки «Учебного изобретения»:

1. Выбор темы изобретения.

1.1. Выбрать по своему желанию тему инженерного изобретения (патента).

1.2. Подобрать в соответствии с выбранной темой 5-10 патентов Российской Федерации.

1.2.1. При анализе текста выбранных патентов обратить внимание на следующее:

1.2.1.1. Описание плюсов и минусов содержания изобретения.

1.3. Определить на основании анализа прототип для своего «учебного изобретения».

1.4. По аналогии с результатом проведенного анализа патента-прототипа, пользуясь известными методами поиска креативности, ранее изложенными в ходе обучения, разработать свое креативное решение (табл. 1) [2].

Таблица 1

Примеры методов креативных решений

№	Наименование метода	Пример использования метода
1.	Замена на аналог	Использование энергии свободного падения (гидростанции) для дробления стеклотары
2.	Бионика	Инженерные методы повышения благоприятных условий для жизни биоштаммов, разрушающих органические загрязнения
3.	Сепарация компонентов отходов	Использование оптических методов для идентификации вида отхода
4.	Альтернативные материалы	Замена неустойчивого к коррозии материала на стойкие к эрозии и коррозии (стальные трубы на металлополимерные в системах водоснабжения)
5.	Альтернативные источники энергии	Замена электро- и пневмоприводов для роботов на биополимерные мышцы
6.	Альтернативные технологии	Замена технологии использования бензина в ДВС на водород топливного элемента
7.	Изменение параметров процесса (например, температуры)	Создание в реакторе МСЗ высокотемпературных камер, гарантирующих исключение образования токсичных диоксинов из хлорсодержащих органических отходов
8.	Изменение состава реагентов	Замена аммиака в процессе газового азотирования на азот при обеспечении условий его диссоциации
9.	Изменение носителя катализатора	Сетчатый Pd катализатор заменен Pd катализатором на керамическом носителе
10.	Агрегатирование узлов	Объединение в устройстве отвода отработанных газов ДВС автомобиля глушителя шума и каталитического нейтрализатора (дожигание CO (угарного газа) до CO_2)
11.	Изменение конструкции	Замена рукавного фильтра на электрофильтр для очистки аэрозолей

Продолжение таблицы 1

12.	Автоматизация	Универсальный метод повышения эффективности управления процессами, снижающий риск негативного человеческого фактора
13.	Миниатюризация	Использование микродатчиков в системах автоматизации
14.	Робототехника	Использование робототехники в помещениях предприятия с уровнями ПДК и ПДУ, опасных для персонала

2. Текст разработанного учебного изобретения необходимо стремится составить аналогично стилю инженерного языка найденных патентов.

2.1. Учебное изобретение обязательно завершить формулой изобретения по аналогии с формулами изобретения патентов, подобранных по п.1.2.

Пользуясь данными методическими указаниями, студенты и аспиранты защитили патенты РФ на полезные модели [3-5].

Проведение лабораторных и других видов учебных занятий по тематике защиты интеллектуальной собственности в форме «Учебного изобретения» базируется на оценке психологического аспекта повышения уверенности обучающихся в изучении и освоении сложной для них темы патентования изобретений [6].

А. Метод изменения параметров технического устройства.

Прототип: Потолочная спринклерная система пожаротушения.

Креативное решение: Напольная спринклерная система для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака для обеспечения безопасной эвакуации персонала предприятия, использующего аммиак (холодильные установки мясо-комбинатов, производство акрилонитрила окислительным аммонолизом пропилена и др.) [3] (рис.1).

Техническим результатом полезной модели является обеспечение быстрого включения спринклерной системы при аварийных выбросах аммиака, при которых уровень количества аммиака в атмосфере производственного помещения превышает предельно допустимую концентрацию, что обеспечивает безопасную эвакуацию персонала с зараженной территории.

Данный технический результат достигается посредством того, что в устройстве для обезвреживания аварийных выбросов высокотоксичного аммиака, содержащем систему пространственно расположенных по площади помещения газоанализаторов, согласно полезной модели, в качестве газоанализаторов используются датчики на аммиак, расположенные на уровне 1,7-2,0 метра от напольного покрытия помещения, каждый из которых оснащен быстродействующим водяным краном, при этом количество датчиков определяется из условия - один датчик на 12 м^2 площади помещения.

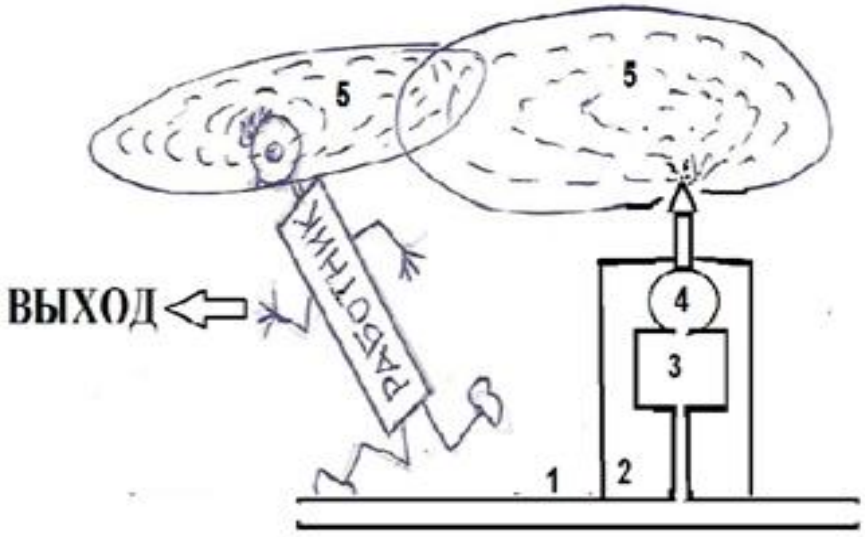

Рис.1. Напольная спринклерная система пожаротушения:
1– водовод, 2 – система пожаротушения. 3 – быстрый кран, 4 – распылитель, 5 - водяное облако

Б. Метод изменения конструкции устройства.

Прототип: Дробильный станок.

Креативное решение: Вертикальная приставка к дробильному станку.

Задачей, на решение которой направлена полезная модель, является обеспечение отсеивания стеклянной крошки, которую не требуется дробить, т.к. ее размеры удовлетворяют требованиям, предъявляемым к готовой стеклянной крошке, что обеспечивает рациональную полезную загрузки дробильного средства. Технический результат – снижение энергозатрат.

Поставленная задача решается, а технический результат достигается тем, что устройство для дробления стеклотары (см. рис. 2), содержащее последовательно установленные конвейер подачи стеклотары в зону дробления, предназначенную для разбивки стеклотары на осколки вертикальную колонну с элементами дробления, расположенными на ее внутренней поверхности, средство дробления осколков и средство приема стеклянной крошки, снабжено размещенным под колонной лотковым вибрационным питателем с классифицирующей решеткой, предназначенной для отсеивания стеклянной крошки, и лотком подачи осколков к средству дробления, а средство приема стеклянной крошки включает дополнительную емкость, размещенную под классифицирующей решеткой.

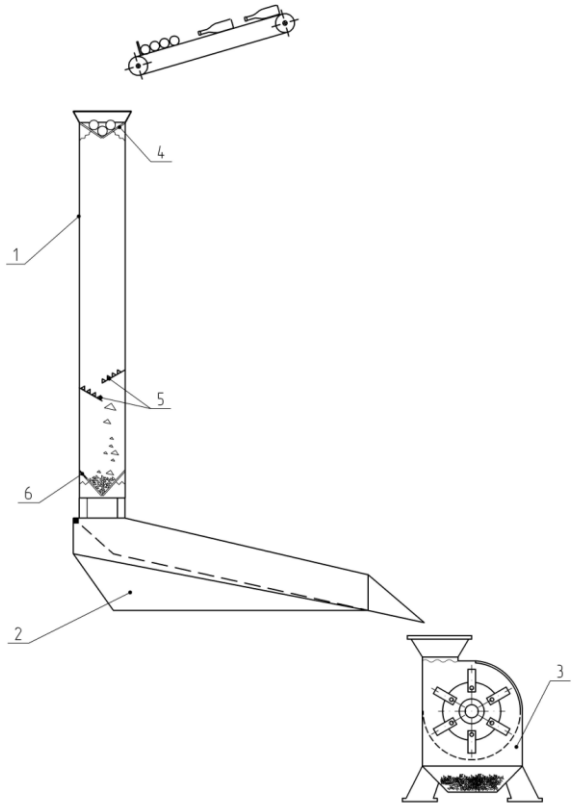

Рис. 2. Устройство для дробления стеклотары [5]:
1 – колонна, 2 – вибрационный питатель, 3 – дробилка, 4 – приемный бункер,
5 – наклонные полки, 6 – накопительный бункер

Экспериментальные исследования показали, что в зависимости от положения стеклотары по отношению к наклонным полкам в момент удара и высоты ее падения ~30-70% по массе осколков от массы целой стеклотары соответствуют требованиям по размерам (от 10 до 40 мм) стеклянной крошке, которую используют, в частности, для смешивания с шихтой с целью получения новой стеклотары. Поэтому, по сравнению с прототипом, при одинаковой загружаемой в колонну массе стеклотары, требуется измельчить меньшую часть осколков по массе.

Библиографический список

1. Концепция технологического развития РФ на период до 2030 года // Утверждена Распоряжению правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р.;

2. Букейханов Н.Р., Стукотина В.А., Никишечкин А.П., Чмырь И.М. Устройство для дробления изделий из стекла//Патент на полезную модель РФ № 134076. – 2013;

3. Барабошкин А.И., Букейханов Н.Р. Устройство для дробления стеклотары //Патент на полезную модель РФ № 165937 / опубл. 10.11.2016, Бюл. № 31;

4. Морозова Н.С., Будич Н.Ю. Уверенность в себе как условие повышения продуктивности учебно-познавательной деятельности студентов //Психология образования, 2004, № 2;

5. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 736 с.

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; lana-1327@yandex.ru

Артемьева Мария Сергеевна – старший преподаватель, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; masha_st_89@mail.ru

Кулизаде Дмитрий Игорьевич – старший преподаватель, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; 89157661208@mail.ru

УДК 331.45

АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ANALYSIS OF HAZARDS AND RISKS ARISING IN THE PROCESS OF EDUCATIONAL ACTIVITIES IN THE FIELD OF INDUSTRIAL SAFETY

Барсукова Н.В.

Barsukova N.V.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы производственной безопасности в образовательном учреждении, где сочетаются учебный процесс и научные исследования. Анализ опасностей и оценка рисков в университете необходимы с целью разработки мер по их снижению. В исследовании применяются методы кросс-функционального анализа, оценки рисков через матрицу последствий и вероятностей, а также предложены меры по минимизации угроз, с которыми могут сталкиваться как сотрудники, так и студенты.

Abstract: The article discusses the issues of industrial safety in an educational institution where the educational process and scientific research are combined. Hazard analysis and risk assessment at the university are necessary in order to develop measures to reduce them. The study uses methods of cross-functional analysis, risk assessment through a matrix of consequences and probabilities, and suggests measures to minimize threats that both employees and students may face.

Ключевые слова: производственный фактор, оценка рисков, обеспечение безопасности, образовательное учреждение, производственная безопасность.

Keywords: production factor, risk assessment, safety, educational institution, industrial safety.

1. Анализ процессов ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» с точки зрения опасностей

В современном обществе вопрос обеспечения безопасности на производстве является одним из приоритетных в различных организациях. В образовательных учреждениях, как месте образования и научной деятельности, вопросы производственной безопасности имеют особое значение, поскольку здесь организовывается не только процесс обучения студентов, но и проводятся многочисленные исследования.

Кросс-функциональная диаграмма – средство для анализа процессов, алгоритм выполнения процесса, поделенный на линии, полосы, «дорожки», в каждой из которых собираются действия, выполняемые одним из участников. Данный метод не говорит, что надо изменить в процессе, но позволяет легко и быстро увидеть потенциальные источники проблем. Для анализа процесса с точки зрения опасностей, необходимо построить кросс-функциональную диаграмму (рис.1).

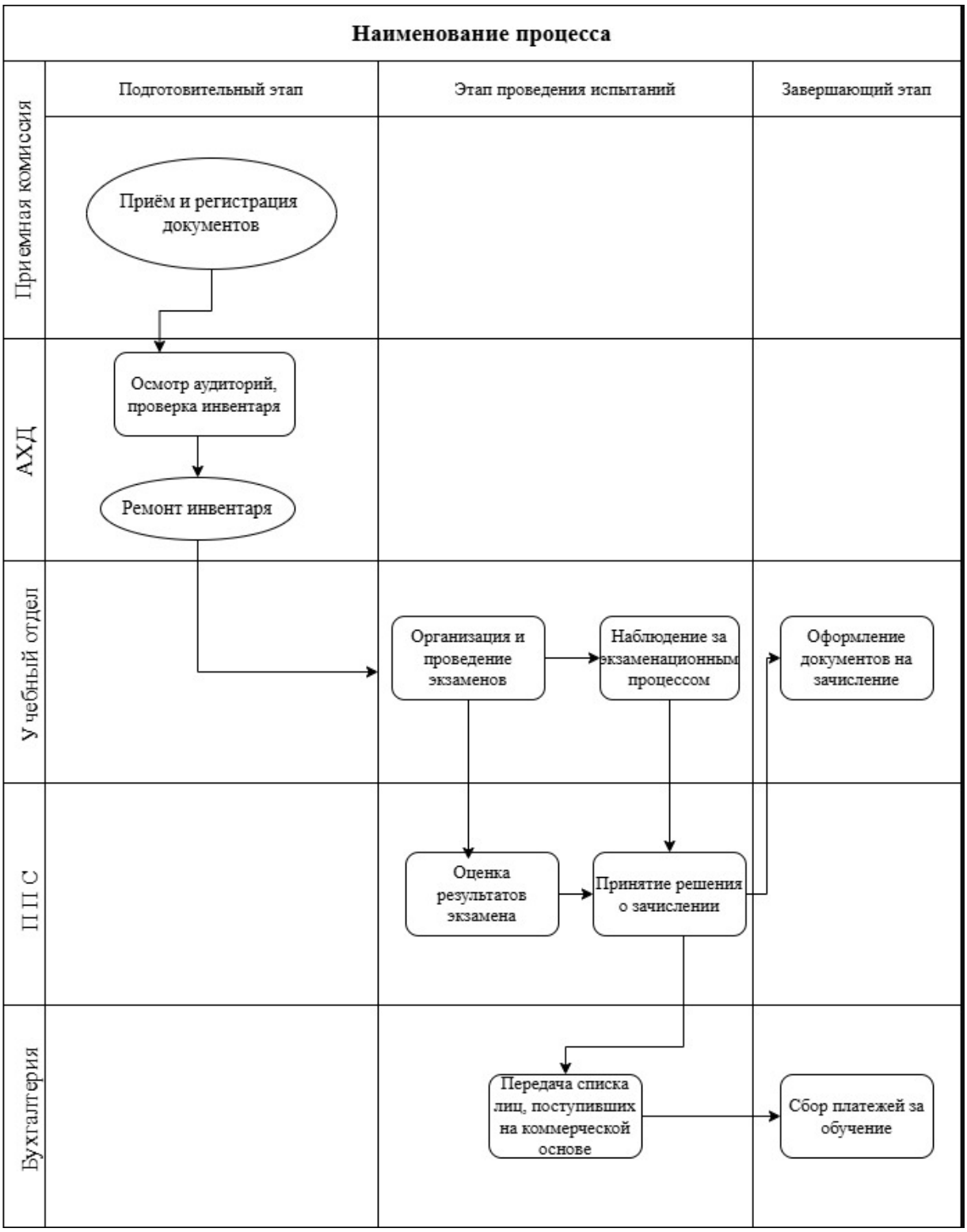

Рис. 1. Кросс – функциональная диаграмма процесса – отбор абитуриентов

Кросс – функциональная схема позволяет рассмотреть отдельные процессы с точки зрения опасностей [1].

Для анализа и оценки риска необходимо начать с его идентификации на каждом этапе выбранного процесса. Результаты систематизированных выявленных опасностей представлены

в таблице 1.

Таблица 1.

Идентификация рисков

Этап процесса	Физические опасные и вредные производственные факторы	Химические опасные и вредныепроизводственные факторы	Биологические опасные и вредные производственные факторы	Психологические опасные и вредные производственные факторы	Другие опасности
Подготовительный этап	1.1 Поражение электрическим током при использовании бытовых приборов; 2.1 Падение с высоты при замене осветительных ламп; 3.1 Падение на работника тяжелого инструмента, при перемещении; 4.1 Повышенная яркость света; 5.1 Падения из – за перепада высот; 6.1 Ограничение двигательной активности.	1. 2 Применение полимерных и синтетических материалов для покрытия пола и отделки интерьера.	1.3 Захламленность рабочего места; 2.3 Несоответствие параметров микроклимата.	1.4 Конфликты вследствие усталости после рабочего дня; 2.4 Неправильная установка стола, стула.	1.5 Сетевые помехи.
Этап проведения испытаний	7.1. Подскальзывания, спотыкания при передвижении по мокрому полу; 1.Ограничение двигательной активности и монотонность; 2. Поражение электрическим током при использовании бытовых приборов; 3. Повышенная яркость света; 4. Падения из – за перепада высот.		1. Несоответствие параметров микроклимата (повышенная или пониженная температура на рабочем месте.	3.4 Монотонность работы; 1. Неправильная установка стола, стула.	
Завершающий этап	1. Повышенная яркость света; 2. Ограничение двигательной активности; 3. Поражение электрическим током при использовании.		1. Захламленность рабочего места; 2. Несоответствие параметров микроклимата.	1. Неправильная установка стола, стула; 2. Монотонностьработы.	1. Сетевые помехи.

Для оценки уровня рисков разрабатывается матрица рисков с использованием подходящих шкал для оценки вероятности появления опасностей и тяжести их последствий [2]. Значения уровней рисков расположены в клетках матрицы и находятся как произведение балла в строке на балл в столбце.

Матрица риска представляет собой специальную систему, которая позволяет с достаточно большой долей правдивости определять вероятность возникновения рисков на предприятии в той или иной сфере его деятельности (см.табл.2).

Все уровни рисков разделены на зоны, количество и название которых определяется организацией. Зона приемлемого риска включает в себя риски суровнем до 3 включительно, зона допустимого риска включает в себя риски с уровнями от 4 до 10 включительно, зона

высокого риска – с уровнем от 11 до 16 включительно.

Таблица 2.

Матрица рисков

Тяжесть послед-ствий, *балл* / Вероятность, *балл*	Очень низкая *1*	Низкая *2*	Средняя *3*	Высокая *4*
Низкая 1	1*1=1	2	3	4
Незначительная 2	2	2*2=4	6	8
Средняя 3	3	6	3*3=9	12
Высокая 4	4	8	1 2	4*4=16

Оценка рисков проводится на основе двухфакторной модели [3]:

$R = B \cdot T$

где В – вероятность появления опасного события;

Т – тяжесть последствий проявления события.

Критичность риска всегда определяется значением вероятности вреда,умноженного на значение тяжести его последствий.

Сформируем таблицу оценивания рисков для удобства их подсчета(см.табл. 3).

Таблица 3.

Оценка выявленных опасностей

Опасности	Вероятность	Тяжесть последствий	R = B·T
1.1	3	4	**12**
1.2	2	3	**6**
1.3	1	1	**1**
1.4	2	1	**2**
1.5	2	1	**2**
2.1	2	3	**6**
2.3	2	2	**4**
2.4	1	2	**2**
3.1	3	3	**9**
3.4	3	1	**3**
4.1	3	1	**3**
5.1	1	4	**4**
6.1	2	2	**4**

Получив результаты критичности риска, необходимо занести их в карту рисков (рис. 2)

Тяжесть последствий, *балл* / Вероятность, *Балл*		Очень низкая 1		Низкая 2		Средняя 3		Высокая 4	
Низкая	*1*	1	1.3	2	2.4	3		4	5.1
Незначительная	*2*	2	1.4,1.5	4	2.3,6.1	6	1.2,2.1	8	
Средняя	*3*	3	3.4,4.1	6		9	3.1	12	1.1
Высокая	*4*	4		8		12		16	

Рис. 2. Карта рисков

Анализ карты рисков позволяет сформировать реестр рисков, который представляет собой распределение опасностей и рисков по степени их вредности:

- 1.1 - поражение электрическим током при использовании бытовых приборов вызывает риск в 12 единиц по степени тяжести;
- 3.1 - падение на работника тяжелого инструмента при перемещении вызывает риск в 9 единиц;
- Опасности 1.2, 2.1 (табл.1) вызывают риск в 6 единиц;
- Опасности 5.1, 2.3, 6.1 (табл.1) вызывают риск в 4 единицы;
- Опасности 3.4, 4.1 (табл.1) вызывают риск в 3 единицы;
- Опасности 2.4, 1.4, 1.5 (табл.1) вызывают риск в 2 единицы;
- 1.3 – захламленность рабочего места вызывает риск в 1 единицу по степени тяжести.

Таким образом, реестр риска позволяет организации сопоставлять данные о риске и применять апробированные методы предупреждения опасных событий и инцидентов и реагирования на них.

Митигация рисков – это процесс идентификации, анализа и управлениярисками для минимизации их воздействия на достижение поставленных целейи задач.

Суть управления рисками заключается в разработке мер, которые позволяют снизить уровень риска за счет его перевода из категории «высокий» в зону с наименьшим риском.

Определим способы митигации по каждому риску и обоснуем минимизацию риска путем снижения вероятности появления опасности или снижения тяжести последствий, или снижения обеих составляющих одновременно (см.табл.4).

Таблица 4. Уровень потенциального риска

№	Тип	Описание	Уровень риска	Способы митигации	Уровень риска после
1	Физические ОВПФ	Поражение электрическим током при использовании бытовых приборов;	12	Изоляция токоведущих частейэлектрооборудования; Контроль целостности изоляции проводови исправность используемых приборов.	6
2	Физические ОВПФ	Падение с высоты при замене осветительных ламп;	6	Использовать специальное оборудование для работы на высоте, проводить обучения сотрудников по технике безопасности и использовать средства защиты.	3
3	Физические ОВПФ	Падение на работника тяжелого инструмента, при перемещении;	9	Обеспечить безопасные условиятруда (ровный нескользкий пол,достаточная видимость, удобная одежда и обувь)	6
4	Физические ОВПФ	Повышенная яркость света;	3	Правильно распределить источники освещения и обеспечить правильное освещение рабочих мест.	1
5	Физические ОВПФ	Падения из – за перепада высот;	4	Закрытие небезопасных участков; Заполнение материалом углублений, отверстий, в которые можно попасть при падении.	2
6	Физические ОВПФ	Ограничение двигательной активности.	4	Регулярно проводить перерывы на отдых, организовывать физическиеупражнения для сотрудников, рекомендовать использование эргономичной мебели и оборудования.	1
7	Физические ОВПФ	Подскальзывания, спотыкания при передвижении по мокрому полу	6	Использовать противоскользящие напольные покрытия; Использовать соответствующие пластиковые конструкции, которые предупреждают о возможнойопасности поскользнуться.	3
8	Химические ОВПФ	Применение полимерных и синтетических материалов для покрытия пола и отделки интерьера	3	Использовать СИЗ;	8
9	Биологические ОВПФ	Захламленность рабочего места;	1	Ознакомить работников с инструкциями по охране труда в соответствии с профессией.	9
10	Психологические ОВПФ	Несоответствие параметров Микроклимата	1	Регулярно проводить измерения температуры и влажности, обеспечивать надлежащую вентиляцию и кондиционирование воздуха, использовать специальные увлажнители или осушители	10
11	Психологические ОВПФ	Конфликты вследствие усталости после рабочего дня	1	Обучать сотрудников методам выхода из конфликтных ситуаций.	11
12	Психологические ОВПФ	Монотонность работы;	2	Обогащение рабочих задач;	12
13	Другие опасности	Сетевые помехи	1	Проводить аудит сетевого оборудования и осуществлять регулярное обслуживание сетей.	13

Заключение

В ходе проведенного анализа в Университете были выявлены ряд опасностей и рисков, с которыми сталкиваются сотрудники и студенты в процессе образовательной деятельности. Ниже приведены основные выводы и рекомендации, полученные в результате анализа:

Разработанная бизнес-модель процессов образовательной организации позволила выделить основные процессы и проанализировать их с точки зрения опасностей. Это позволило более детально идентифицировать потенциальные риски.

Проведенная оценка рисков выявила наиболее критические области, где необходимо сосредоточить усилия по повышению производственной безопасности. Это позволит снизить возможность возникновения аварий и несчастных случаев.

Идентификация и систематизация причин возникновения рисков позволила понять основные факторы, влияющие на безопасность на производстве, и предложить соответствующие мероприятия по их устранению.

Разработанные мероприятия по митигации рисков представляют собой комплексный подход к обеспечению безопасности на производстве вУниверситете. Их успешная реализация способствует улучшению условийтруда и учебы, а также повышению эффективности деятельности организации.

Проведенный анализ опасностей и оценка рисков в области производственной безопасности в Университете позволяют утверждать, что предложенные мероприятия по митигации рисков имеют потенциал для улучшения ситуации и обеспечения безопасной и продуктивной деятельности учреждения.

Библиографический список

1. ГОСТ 12.0.003-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

2. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 N 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков".

3. Кузнецова, Н.В. Управление качеством: учеб.пособие / Н.В. Кузнецова. — М.: Флинта; МПСИ, 2009. — 360 с.

Барсукова Наталия Викторовна – магистр, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», natali.barsukova.01@mail.ru.

УДК 336:504

РОЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ ЗЕЛЕНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ

THE ROLE OF GREEN FINANCING INSTRUMENTS IN ENSURING THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL SAFETY PROJECTS OF RUSSIAN ENTERPRISES

Владыкина А.В.

Vladykina A.V.

Аннотация: в статье проведен анализ практической роли и места инструментов зеленого финансирования при обеспечении реализации проектов экологической безопасности предприятиями России. Рассмотрены тенденции и перспективы развития сегмента зеленых финансов в российской экономике. Актуальность исследования сформирована появлением и расширением списка инструментария зеленого финансирования, появление которого связано с необходимостью предложения промышленным предприятиям России альтернативных механизмов финансового обеспечения реализации проектов экологической безопасности.

Abstract: the article analyzes the practical role and place of green financing instruments in ensuring the implementation of environmental safety projects by Russian enterprises. The trends and prospects for the development of the green finance segment in the Russian economy are considered. The relevance of the study is formed by the emergence and expansion of the list of green financing instruments, the emergence of which is associated with the need to offer industrial enterprises in Russia alternative mechanisms for financial support for the implementation of environmental safety projects.

Ключевые слова: зеленые финансы, зеленое финансирование, экологическая безопасность, проекты экологической безопасности, финансирование проектов, инструменты зеленого финансирования.

Key words: green finance, green financing, environmental safety, environmental safety projects, project financing, green financing instruments.

Важным условием управления конкурентоспособностью производственного бизнеса является реализация целей устойчивого развития и формирование экологически-ориентированных проектов в рамках корпоративной социальной ответственности. Данную практику перенимают на себя и российские промышленные корпорации, которые все активнее используют подобные решения в развитии и повышении стоимости бренда и корпоративного имиджа.

Интеграция принципов экологической безопасности корпорациями происходит в рамках принятия следующих решений [2]:

– внедрение принципов устойчивого развития и учет экологических факторов в рамках ESG-концепции;

– внедрение системы экологического менеджмента, соответствующего требованиям стандартов ISO 14001;

– разработка и развитие системы мониторинга экологических факторов и рисков.

Однако главным решением является разработка и реализация проектов экологической безопасности, где в рамках проектных работ происходит совершенствование производства в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду, экологию, здоровье рабочего персонала и населения. Но главной проблемой реализации такой стратегии на практике выступает дефицит финансирования.

Современные обстоятельства, сформированные под влиянием негативных макроэкономических тенденций в мировой экономике, вынуждают к ужесточению денежно-кредитной политики центрального банка, чтобы обеспечить снижение уровня инфляции. Данные ограничительные меры Банка России приводят к повышению процентных ставок на денежно-кредитном рынке, снижая потенциал коммерческого кредитования субъектов экономики [3].

В целях стимулирования экономического роста России важно переходить к смягчающим мерам денежно-кредитной политики центрального банка. Чем дольше длится период высоких процентных ставок – тем ниже уровень деловой активности субъектов бизнеса. Происходят отрицательные изменения в получении финансовых результатов, инвестирования в основной капитал и создания новых рабочих мест. Однако реализация таких изменений со стороны Банка России не зависят от решений предприятий, которым необходим альтернативный механизм финансирования проектов экологической безопасности. Среди приоритетных способов – инструменты сегмента зеленых финансов.

На Рис. 1 проанализируем динамику объема рынка зеленого финансирования в российской экономике, которая отражает неустойчивость в показателях. Особенно произошли снижения в 2022 г. и 2024 г., влияние на что связано с общей экономической конъюнктурой, санкционной политикой и ужесточением денежно-кредитной политики Банка России.

В развитии зеленых финансов важное место занимают зеленые облигации, которые предполагают выпуск долговых ценных бумаг. Средства, извлекаемые при их эмиссии, направляются в дальнейшем на финансирование зеленого проекта. Развитие сегмента зеленых облигаций в российской экономике берет начало лишь с 2018 г., тогда как в 2021 г. была произведено 7 эмиссий с рекордной суммой привлеченных средств – 154,6 млрд руб. [4].

Помимо зеленых облигаций актуальным механизмом является зеленое кредитование. Сюда относятся продукты банковского кредитования, которые доступны для организаций и

проектов, интегрированных с принципами устойчивого развития и концепции зеленой экономики. В России зеленый банкинг появился еще в 2020 г., однако особо активная фаза развития произошла лишь с 2023 г.

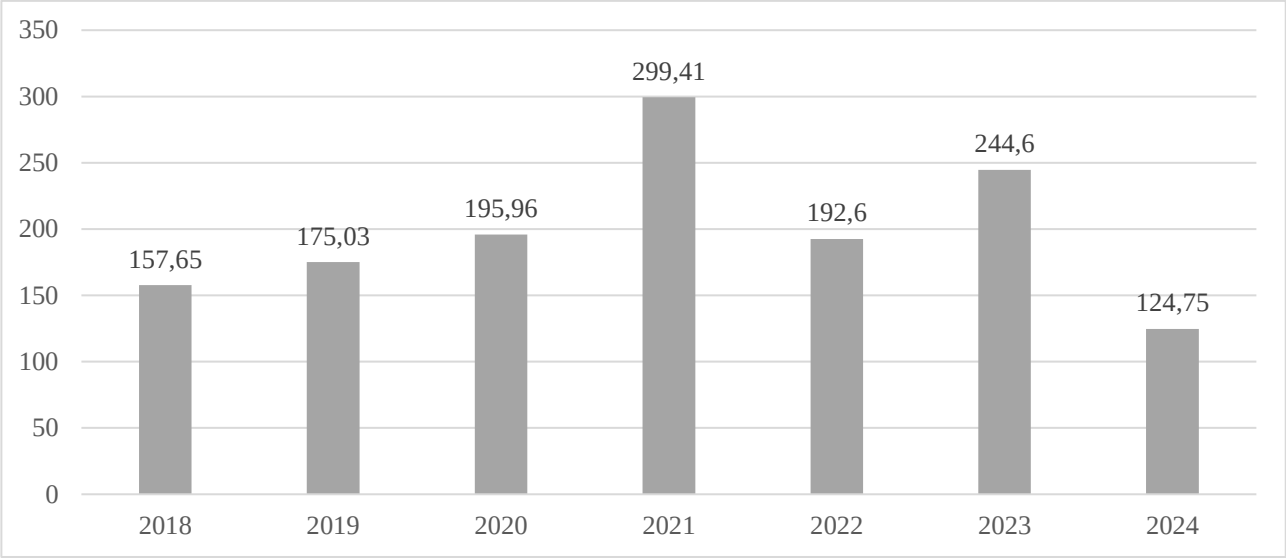

Рис. 1. Динамика рынка зеленого финансирования предприятий в России, в млрд. руб. [5]

Роль инструментов зеленого финансирования в обеспечении реализации проектов экологической безопасности предприятий России заключается в следующих практических аспектах влияния [1]:

1) осуществление инвестиций в развитие экологически-ориентированного проекта, предоставляя денежные средства и инвестиционный капитал для финансирования проектных работ до завершения/эксплуатации самого проекта;

2) формирование экосистемы для привлечения дополнительного капитала, использование которого необходимо в целях финансирования экологичных проектов;

3) стимулирование частных инвестиций в проекты экологической безопасности через формирование системы государственной поддержки, предлагаемой механизмы льготного финансирования (гранты, зеленые кредиты, налоговые каникулы и т.д.);

4) формирование условий для интеграции принципов экологической безопасности в систему управления предприятием, где происходит учет экологических и климатических рисков в принятии инвестиционных решений.

Таким образом, современные тенденции развития сегмента зеленых финансов в экономике России отражают неопределенность, обусловленную негативным влиянием факторов внешней финансово-экономической среды. Основные перспективы развития инструментов зеленого финансирования связаны с принятием дополнительных решений органами власти, позволяя создавать льготные условия для деятельности финансовых институтов в данной сфере.

Важность такого обусловлена высокой ролью инструментов зеленого финансирования при реализации производственными предприятиями проектов экологической безопасности. Зеленые финансы стимулируют частные инвестиции в подобные проекты, позволяют легко и эффективно интегрировать принципы экологического менеджмента, создают специальную экосистему, где происходит привлечение инвестиционного капитала в финансирование проектов экологической безопасности.

Библиографический список

1. Бисултанова А.А., Бондаренко И.Ю. Ускорение зеленого перехода: роль зеленых финансов // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. № 11. Т. 14. С. 157-163;

2. Малков А.В., Морокишко В.В., Ильина В.И. Программа повышения экологической эффективности как инструмент экологического менеджмента промышленных предприятий // Экономика устойчивого развития. 2021. № 4 (48). С. 112-115;

3. Редькина Т.М., Назаров П.В., Барабанова М.И. Перспективы управления финансовой безопасностью экономики России в условиях санкционного давления и текущей денежно-кредитной политики ЦБ РФ // Ученые записки Международного банковского института. 2024. № 4 (50). С. 224-234;

4. Самидов А.М.О., Болонин А.И. Перспективы развития «зеленого финансирования» в системе государственного регулирования устойчивого развития // Экономика устойчивого развития. 2022. № 3 (51). С. 84-89;

5. Шевцов А.О., Котряга Т.П., Суседенко В.В. Динамика зеленого финансирования в РФ // Актуальные вопросы учета и управления в условиях информационной экономики. 2023. № 5. С. 430-439.

Владыкина Анна Вадимовна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; anyta.18@yandex.ru.

УДК 621.365.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНОЙ ПЕЧИ
INCREASING THE EFFICIENCY OF THE SELF-CONTAINED FURNACE

Донцова С. Е., Захарова В.Д.

Dontsova Svetlana, Zakharova Viktoria

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы теплоснабжения в условиях отдаленных от централизованного отопления территорий. Подробно рассмотрен вопрос использования автономных дизельных печей, а также повышения эффективности потребления их мощности. Анализ современных систем и рекуперации тепла показывает снижение затрат на энергию, а также уменьшение негативных показателей влияния на окружающую среду.

Abstract: The article deals with the issues of heat supply in the conditions of remote from centralized heating territories. The issue of using autonomous diesel stoves is considered in detail, as well as increasing the efficiency of their power consumption. The analysis of modern systems and heat recovery shows the reduction of energy costs, as well as the reduction of negative indicators of environmental impact.

Ключевые слова: отопление, энергия, эффективность, автономная печь, мощность.

Keywords: heating, power, potency, self-contained furnace, capacity.

Отопление производственных помещений и бытовых зданий для строителей является важным аспектом обеспечения комфортных условий и безопасности труда [1]. При температурах, меньших, чем нижний нормативный предел, существует риск простудных заболеваний сотрудников. Это негативно сказывается не только на здоровье работника, но и на производственной мощности предприятия.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Отопление бытовок для строителей требует особого подхода из-за их временного характера и специфических условий эксплуатации. В суровых климатических условиях, где температура может опускаться ниже -30°C, обеспечения тепла становится актуальным вопросом. Однако, такие здания, могут находиться в дали от централизованного отопления, что накладывает ряд трудностей с обеспечением комфортного микроклимата.

Бытовки для строителей часто располагаются в удаленных районах, где нет доступа к централизованному отоплению. Для данных условий в качестве источника отопления отлично

подходят автономные печи. Мобильность, компактность и простота эксплуатации позволяют использовать их вдали от централизованных систем. Такие устройства обеспечивают необходимый уровень тепла, что повышает комфорт работников даже в самых суровых погодных условиях.

Если рассматривать показатели автономных печей, то их энергетическая эффективность значительно выше традиционных средств. Такие печи потребляют энергию значительно ниже, чем системы, работающие на электроэнергии.

Эффективность автономных печей ясна: обеспечение независимости от городских источников тепла, что является важным аспектом для использования их в отдалённых от городов местах, объектах временного пребывания работников, например, строительных бытовок или малых производственных помещений.

Существует разнообразие таких печей, что делает их выбор намного проще, с учетом локации их применения.

Автономные дизельные печи работают по принципу преобразования дизельного топлива в тепло, которым отапливается помещение (рис. 1). Топливо подаётся в горелку, где оно сжигается и выделяется тепло. Теплообменник необходим для переноса тепла в воздух помещения.

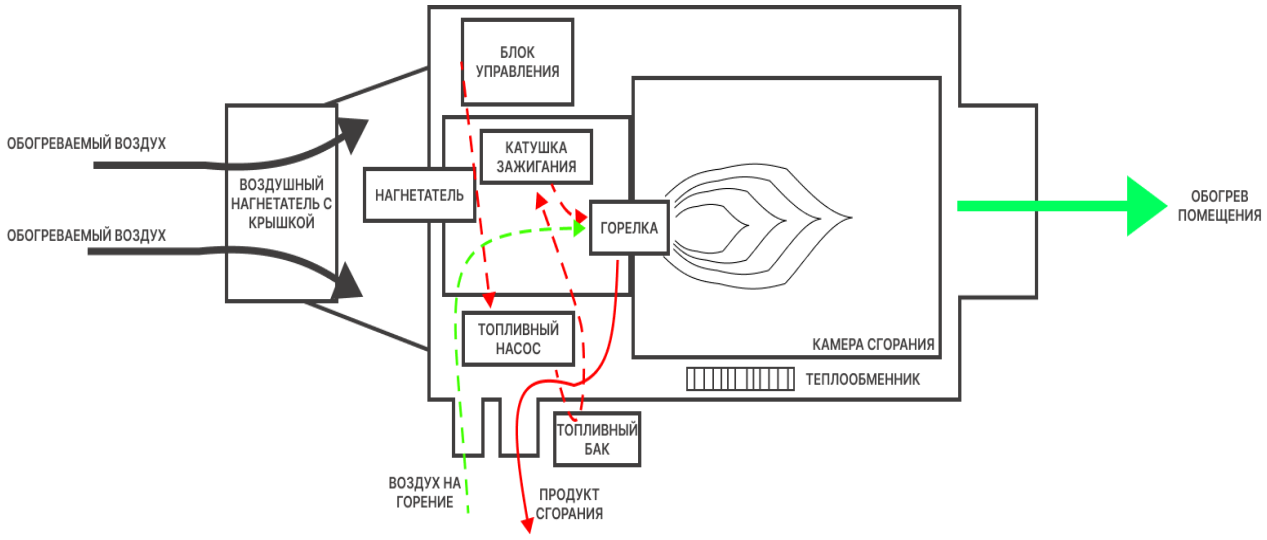

Рис. 1. Принцип работы автономной печи

В печах также используется пьезоэлектрический розжиг и регулирование температуры, что упрощает эксплуатационный процесс такой печи. Такое решение способствует не только упрощению пользования агрегатом, но и способствует экономическому распределению ресурсов и повышению состояния безопасности.

Повышения эффективности использования автономных систем обогрева помещений можно добиться путем преобразования реактивной мощности в активную. То есть необходимо снизить реактивную мощность в рассматриваемой системе (рис. 2).

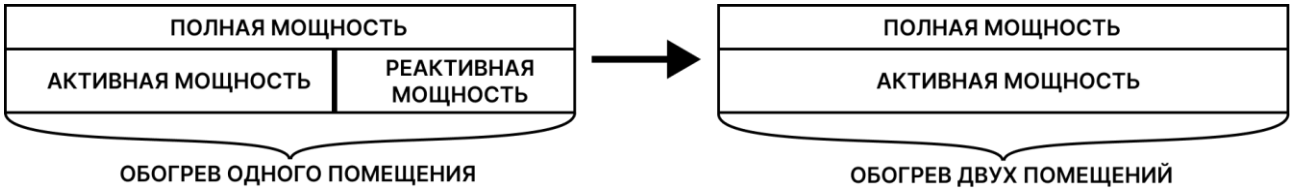

Рис. 2. Повышение эффективности

Для того, чтобы снизить реактивную мощность, необходимо разобраться в том, что в данной системе будет активной мощностью, а что реактивной. Активная мощность отражается в тепле, которое уходит на обогрев помещения, а реактивная – в тепле, которое является выбросами в атмосферу (рис. 3).

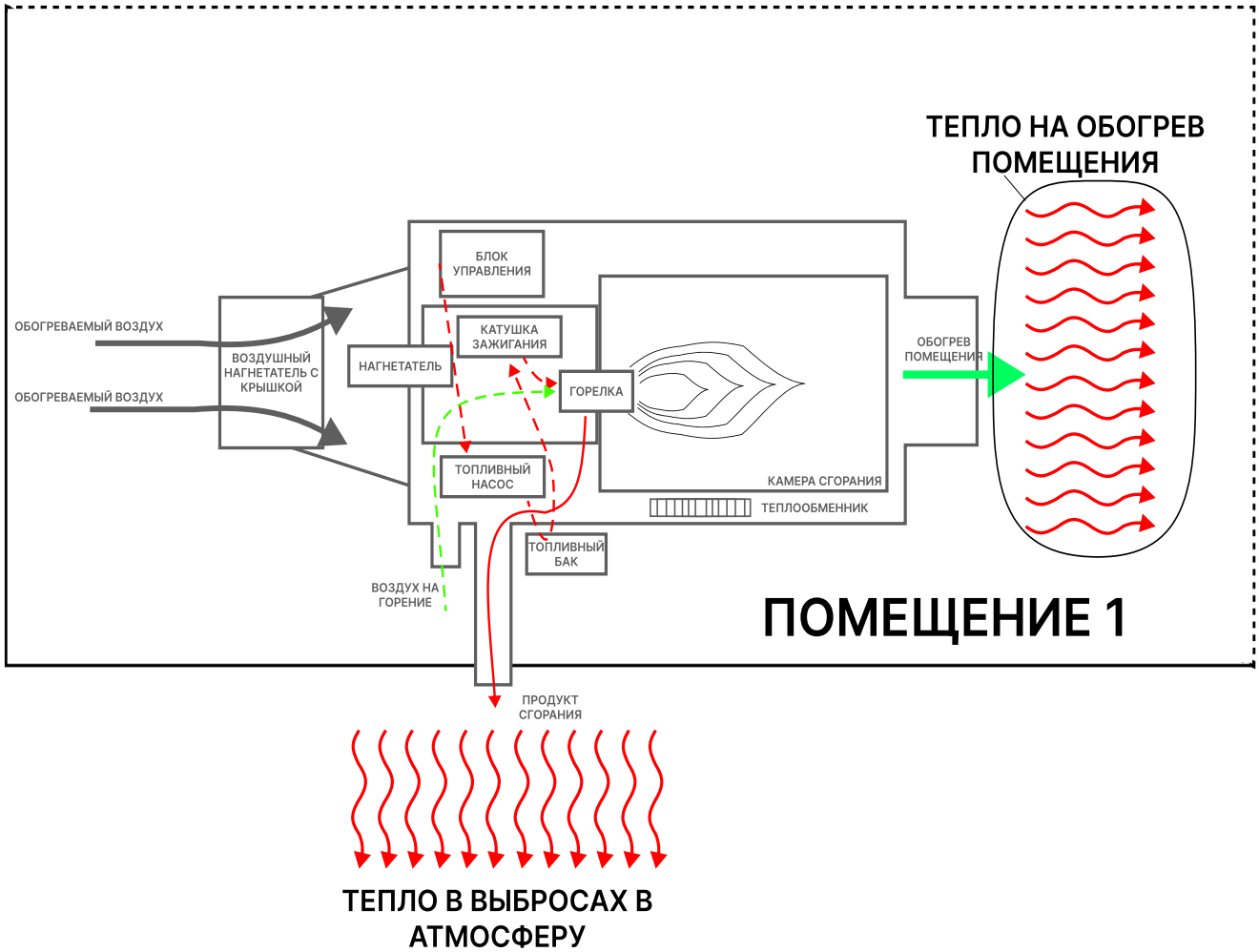

Рис. 3. Распределение полной мощности в системе

Так как выбросы в атмосферу от автономной конструкции обогрева помещения имеют такую же температуру, как и воздух, который нагревает помещение, то данное тепло можно

использовать для обогрева второго помещения. Для такого перехода реактивной мощности в активную, необходимо разобраться с химическим составом отходов.

Выбросы автономных печей содержат различные соединения. К ним относятся углекислый газ, который способствует глобальному потеплению, оксиды азота, которые вызывают смог и кислотные дожди, угарный газ, вызывающий удушье работника, а также мелкодисперсные частицы, вызывающие респираторные заболевания.

Чтобы снизить риски для работника, необходимо отводить тепло через трубы и радиаторы отопления в соседнее помещение (рис. 4).

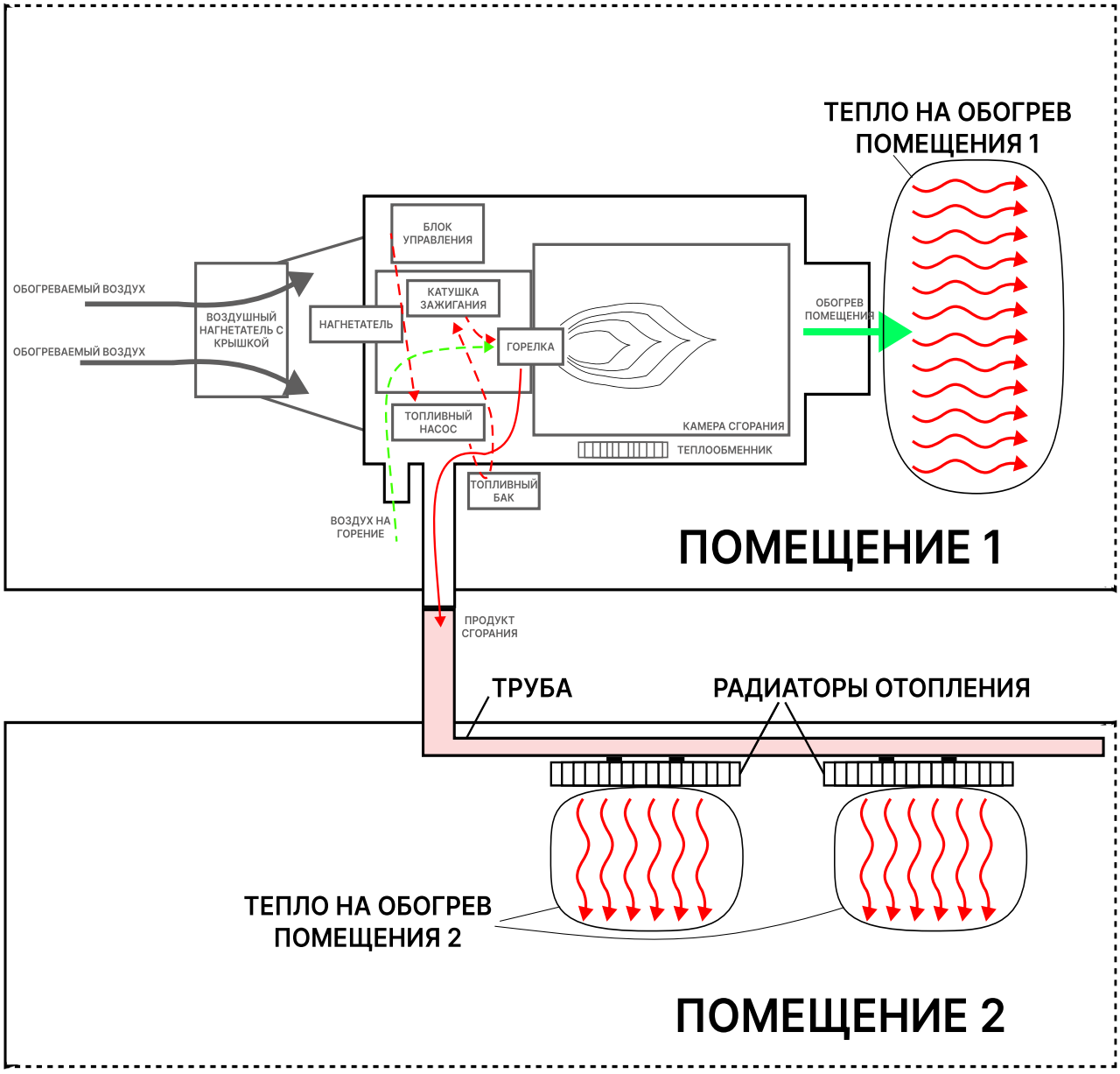

Рис. 4. Рекуперация тепла

Применение систем рекуперации тепла является одним из успешных примеров повышения энергетической эффективности автономных печей [2]. Так при использовании тепла из отходов, образующихся в результате горения, для нагрева другого помещения, можно снизить

реактивную мощность системы, что снижает затраты на энергоресурсы и снижает уровень загрязнения окружающей среды.

Эффект использования автономных печей на различных объектах также показывает положительные результаты. Они включают в себя оптимизацию мощностей, а также снижение расходов на эксплуатацию. Внедрение различных технологий рекуперации тепла способствует повышению энергетической эффективности, а также экономии ресурсов. Сами автономные печи имеют преимущество в долгосрочной работе, благодаря своей стабильности.

Библиографический список

1. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 883н "Об утверждении правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 N 61787) – Текст: электронный // КонсультантПлюс;

2. Кокорин О.Я. Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК). М.: Проспект, 1999. 206 с.

Донцова Светлана Евгеньевна – ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», студент, doncova_2002@mail.ru.

Захарова Виктория Дмитриевна – ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», студент, viktoriya18.11.02@mail.ru.

УДК 621.91

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗКИ МАТЕРИАЛА

SIMULATION OF THE MATERIAL CUTTING PROCESS

Заборовска Б., Заборовский Т.

Zaborowska B. Zaborowski T.

Аннотация: Разработки в области режущего инструмента направлены на повышение эффективности процесса резания. Поэтому в этой области происходят изменения, напрямую зависящие от элементов технологии MTOF. Это, прежде всего, новые технологии и методы процесса резки, основанные на увеличении скорости резания, ограничении использования смазочно-охлаждающих жидкостей и изменении условий окружающей среды при работе.

Abstract: Development in the field of cutting tools is aimed at increasing the efficiency of the cutting process. Therefore, changes are taking place in this area that are directly dependent on the elements of MTOF technology. These are primarily new technologies and methods of the cutting process based on increasing the cutting speed, limiting the use of cutting fluids and changing the environmental conditions during work.

Ключевые слова: моделирование, процесс резки, материал

Keywords: modeling, cutting process, material.

Каждый случай конкретных технологических операций (конкретная технологическая система, условия резания и т. д.) требует конкретного тестирования поведения системы и обнаружения изменений конечной точки. Эти изменения являются динамическими, не должны быть и не всегда являются монотонными, и поэтому каждый отдельный случай резки должен устанавливать пороги оценки, соответственно параметры управления стратегией оценки. Возникающая область систем ЧПУ с открытой архитектурой и систем на базе ПК имеет наибольшее значение, поэтому интеллектуальные датчики со встроенной электроникой для усиления, обработки и передачи сигналов. Тенденции связаны с системой мониторинга в реальном времени на станке с ЧПУ, где необходимо получать информацию о текущем рабочем цикле, и через систему управления необходимо выполнять действия, вытекающие из оценки результатов мониторинга. Оценочный блок обеспечивает пользователю еще больший комфорт, применяются системы, интегрированные в управление станком, модульные спроектированные системы мониторинга, системы мониторинга в виде карт в компьютере ПК для систем ЧПУ с открытой архитектурой на базе ПК, многосенсорная информация в сетевых операционных системах, мониторинг для большего количества кластеров машин и мониторинг производственной линии. Все чаще применяется использование измеренных сигналов для эффекта обратной связи. В плане всеобщего мониторинга поставляются комплексные решения, включая статистический анализ тенденций или экспертную систему. Так называемое интеллектуальное производство, основанное на применении интеллектуальных датчиков и

вычислительных методов, является единственным средством удовлетворения противоречивых требований машиностроительного производства: снижение затрат, сокращение персонала, повышение качества продукции, сокращение сроков производства, повышение надежности и увеличение гибкости производства. Мотивация пользователей производственных машин и систем к разработке и внедрению интеллектуальных вычислительных методов, связанных с улучшением процесса принятия решений, выбором и классификацией признаков, производительностью, гибкостью, эффективностью, моделированием, стратегией управления, точностью и оптимизацией, расширением операций в режиме реального времени, автоматизацией и интеграцией.

Эти высокие ожидаемые эффекты создают серьезные проблемы для будущих интеллектуальных вычислительных инструментов для машиностроения. Для удовлетворения этих требований необходимо: улучшить доступность баз данных знаний о процессах, улучшить производительность существующих инструментов, сократить вычисления, снизить затраты на промышленные приложения, определить новые возможные приложения инструментов искусственного интеллекта.

Помимо вышеперечисленных усовершенствований, будущие интеллектуальные системы характеризуются: интеграцией, методами систем искусственного интеллекта в CAD, CAM и т.д., разработкой гибридных систем искусственного интеллекта, разработкой и внедрением интеллектуальных производственных систем, разработкой новых методов искусственного интеллекта для машиностроительного производства.

Для развития процесса резки необходимо внедрять прогрессивные элементы CA-X систем, в основном для того, чтобы избежать возможных проблем из реального процесса. Для этого, но необходимо иметь базу данных знаний и опыта, которые необходимы для состояния. Создание методов модели реального процесса резки. В настоящее время все еще очень сложно определить эту базу данных, потому что квантовую информацию о каждой детали и параметрах процесса практически невозможно сравнить. Но, несмотря на уже упомянутый первый метод, первые модели процесса резки с применением CAX систем созданы, и являются единственными техническими работниками, такими как информация, используемая для реальных деталей производства. Одна из основных проблем создания моделей процесса резки, процесс резки является динамическим процессом (т.е. не стоит просто со статической моделью), и факторы, которые влияют на процесс, часто меняются. Многие из сопровождения процесса резки были четко определены, что является еще одним негативным фактором. Основой для определения моделей должны быть четко определены элементы взаимодействия инструмента - объекта. Основными параметрами материального объекта являются его химический состав и

особенно важный элемент - содержание углерода в %. Один из способов моделирования метода проектирования процесса резания показан на рисунке 1.

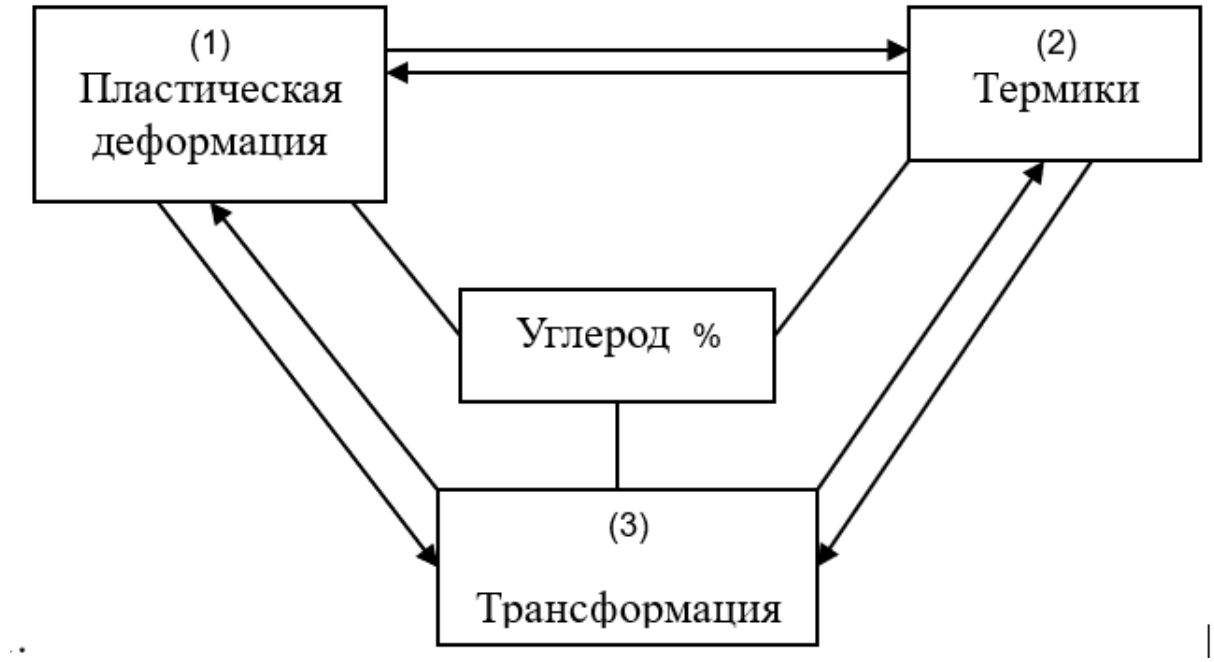

Рисунок 1. Модель фундаментальных факторов, влияющих на материальный объект: 1 ⇒ 2 деформация генерирует тепло, 1 ⇒ 3 вызывает пластичность деформации, 2 ⇒ 1 повышение температуры и тепла, 2 ⇒ 3 преобразование тепла, 3 ⇒ 1 преобразование тепла приводит к возникновению напряжений, 3 ⇒ 2 преобразование тепла приводит к образованию скрытой теплоты

По этой схеме можно проектировать модели, методы процесса резки. Как видно на рисунке 1, основой является деформированный объект. Теория процесса резки в основном сосредоточена на изучении явлений в зоне резки, и особенно на анализе корневой стружки и компонентов зоны резки: режущий нож, объект, щепка, рисунок 2. Рисунок 2 основан на факторах нагрузки в зоне, как показано на рисунке 3 резки. Пример выборки модели элемента слоя материала показан на рисунке 4. Как удаляются элемент материала объекта, очень важно, чтобы модель была сопоставима с реальным процессом, и таким образом мы можем получить практически идентичную информацию о протекающем процессе.

Из рисунка 5 следует, что проблема «поведения» материала в глубине режущего клина вызвана непредвиденными искажениями (разрушением) до режущего клина. Для устранения этого явления необходимо иметь базу знаний и опыта, так как системы CA-X базируются только на данных, которые они содержат.

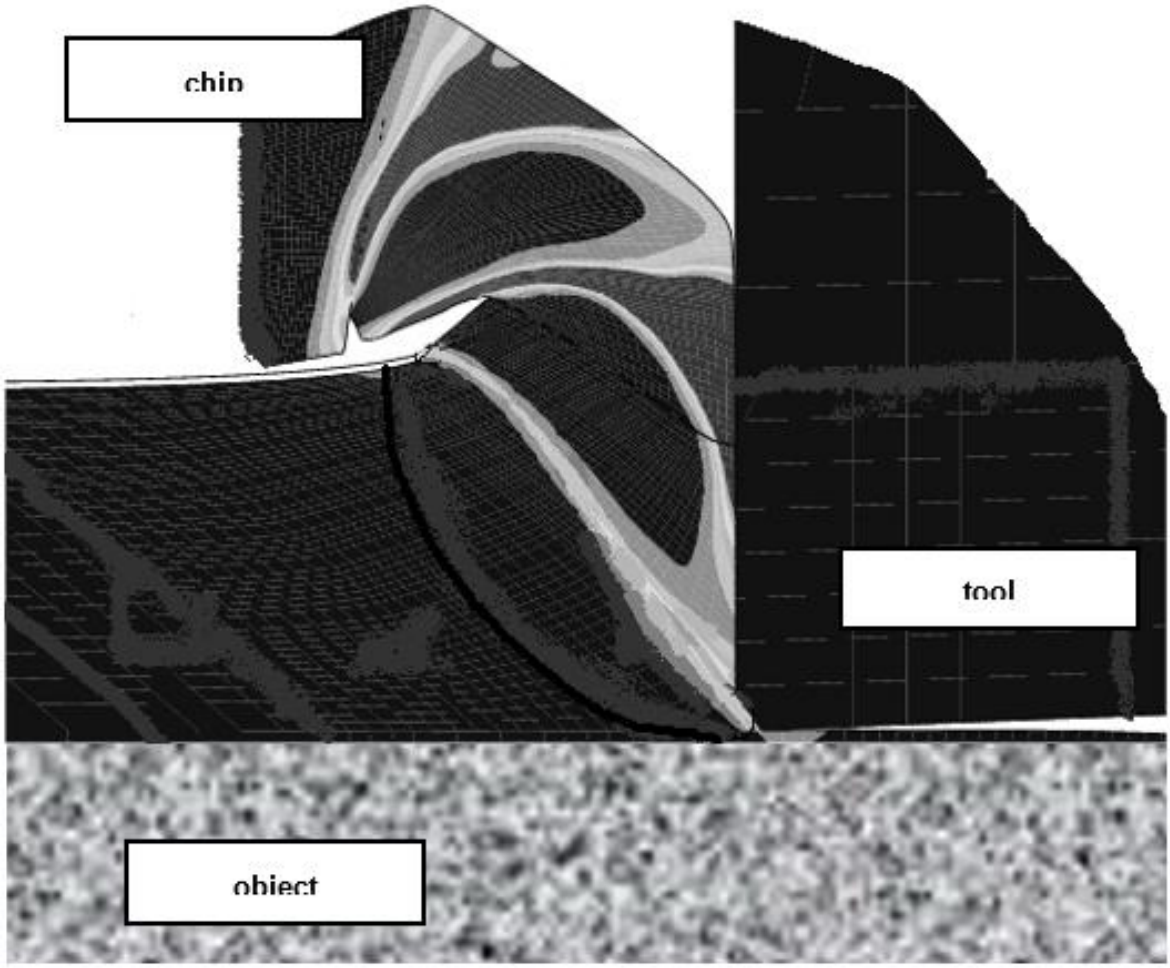

Рисунок 2. Модель пластической деформации материального объекта в зоне резания

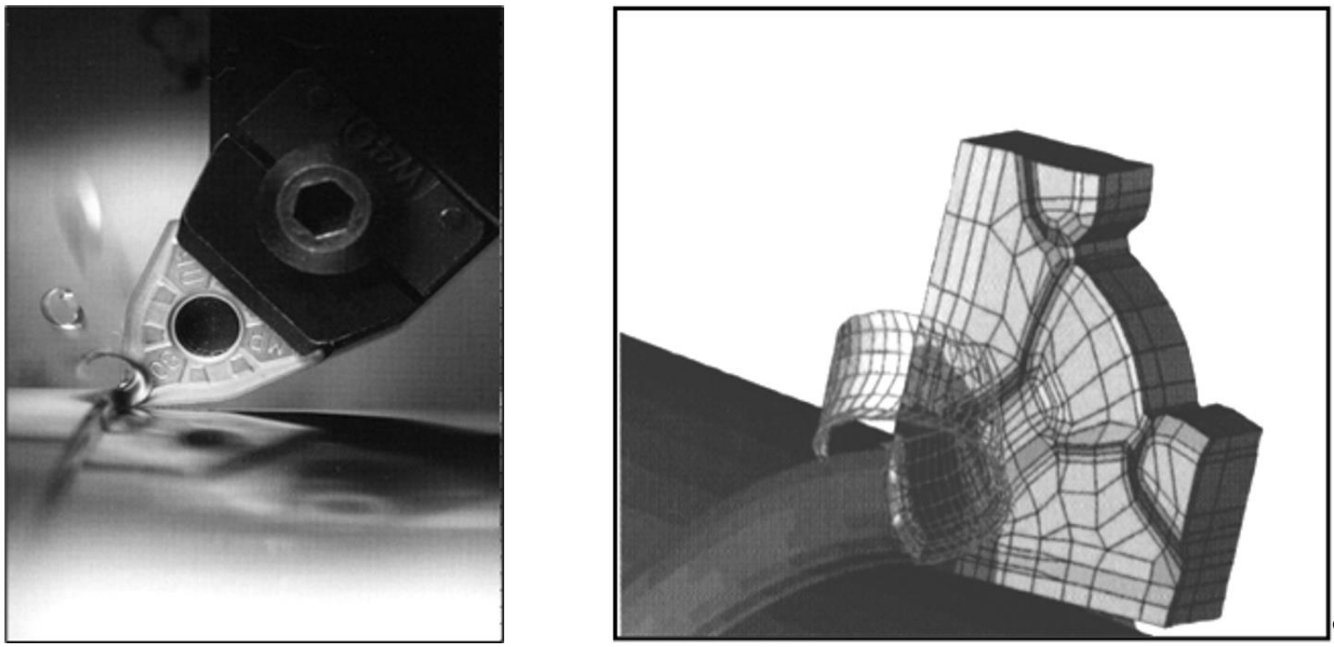

Рисунок 3. Модель зоны разрезания

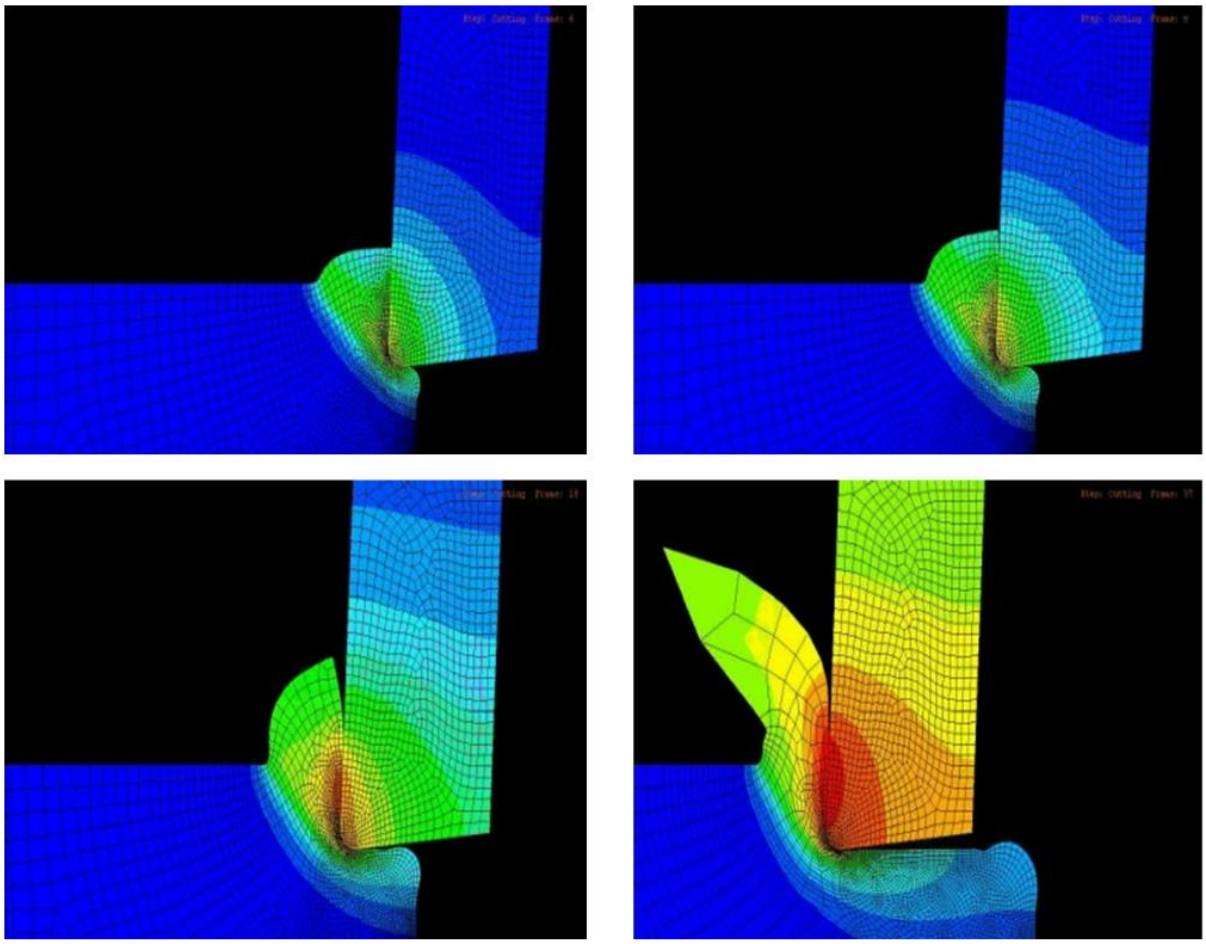

Рисунок 4. Моделирование объекта элемента удаления материала при точении

Рисунок 5. Деформация материала перед резанием клином при точении – модель

Заключение

В настоящее время одной из статей расходов, влияющих на себестоимость производства одной детали, является: стоимость режущего инструмента. Каждая компания включает разный процент стоимости режущего инструмента в общие затраты на производство одной детали. Хотя

стоимость режущего инструмента составляет только часть общей стоимости производства одной детали (от 5% до 10%), она оказывает существенное влияние, в частности, на следующее:

- процесс резки — T<i>W,
- время простоя станка,
- количество требуемых операций,
- период, в течение которого детали должны оставаться в пределах компании,
- количество режущих инструментов.

Количество требуемых операций – изменение технологического процесса, качественный прогрессивный инструмент может привести к экономии затрат (например, изготовление точного отверстия – сверление, черновая обработка, развертывание).

Библиографический список

1. Jurko, J.-Monka, P.: The importance of design for assembly in automatized manufacturing, In: DAAAM 7-medzinárodné sympósium ,17.-19.10.1996, TU Wien, 1996, s.195-196, ISBN 3-901509-02-X.

2. Zaborowski T., Jozef Jurko.Dimensions quality – effect of element properties on objects in production. PAN, IBEN Gorzów Wlkp. 2018, ISBN 978-83-64249-75-4.

Барбара Заборовска – старший ассистент – Институт научных исследований и экспертиз Гожув Wlkp. (Польша), магистр технических наук, iben@iben.pl

Тадеуш Заборовский – профессор – Познаньский технологический университет, профессор, (Польша), tazab@sukurs2.pl

УДК 502:37.03

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

ENVIRONMENTAL AWARENESS OF THE YOUNG GENERATION IN PEDAGOGICAL LITERATURE

Заборовска Э.М., Заборовский Т.

Zaborowska E.M., Zaborowski T.

Аннотация: Проанализированы вопросы экологического сознания и его понимания молодым поколением. Оказывается, многие явления, влияющие на экологическое сознание молодого поколения, представляют собой эмоции, вызванные широко понимаемыми средствами массовой информации. Они приводят к нестабильности знаний и, как следствие, к изменениям в поведении.

Abstract: The issues of ecological awareness and its understanding by young generations were analyzed. It turns out that many phenomena that affect the ecological awareness of the young generation are emotions triggered by the broadly understood media. They lead to turbulence of knowledge and, consequently, to changes in behavior.

Ключевые слова: экологическое осведомление, молодое поколение, педагогика.

Keywords: environmental awareness, young generation, pedagogy.

Дж. В. Давид эмпирически обосновал влияние среды на психическое развитие ребенка: «Два фактора являются решающими в психическом развитии личности. Должны быть даны определенные первичные силы, определенные таланты и инстинкты. Но для того, чтобы эти силы вступили в активное состояние, проявились в научной и творческой работе, они должны иметь определенные внешние стимулы. Эти стимулы дают жизнь, книги, общение с людьми, природа. В более ранний период развития, в детстве, особенно важны два последних источника стимулов: отношения с людьми и мир материальных вещей. В известных пределах, чем больше ребенок получает различных впечатлений от окружающей среды, тем сильнее и полнее пробуждается, и развивается его духовная жизнь»[1].

И. Г. Песталоцци, подводя итог своему многолетнему опыту, также утверждал, что «в течение полувека я неустанно трудился и, насколько мог, стремился упростить методы народного образования, особенно на начальном этапе. Я старался внести свой вклад в эту работу, приближая методы к тем путям, которыми сама природа развивает и совершенствует человеческую натуру. Все это время я с большим рвением трудился для достижения конечной цели...»[2].

[1] J. W. Dawid, Pisma pedagogiczne, Wrocław 1961, s. 3

[2] J. H. Pestalozzi, Łabędzi śpiew. Przekład Rachela Wroczyńska i Ryszard Wroczyński, Warszawa 1973

Экологические исследования зародились в конце XVIII века, а их интенсивное развитие и прогресс можно наблюдать в середине XIX века. И хотя «анализ среды в то время предпринимался различными научными дисциплинами и проводился с разных точек зрения (...), современное естествознание открыло среду и ее роль в процессах жизни и развития живых организмов. В частности, исследования Ламарка, Дарвина, их последователей и продолжателей указали на роль среды, основываясь на установлении основных фактов, «единиц» наблюдения, что позволило точно определить связи между отдельными функциями и признаками живых организмов и средой (...)»[3]. Таким образом, «развитие методов и достижений естественной экологии оказало влияние на интерес к проблемам окружающей среды и на развитие методологии исследования окружающей среды в общественных науках, при этом первые исследования социальной среды обитания человека были предприняты в период торжества современного естествознания, а различные направления в общественных науках напрямую ссылались на достижения и основные обобщения естественных наук»[4].

Следует учитывать, что «основной целью исследования социальной среды было изучение состояния этой среды и влияния людей на ее облик. Период интенсивной индустриализации принес с собой нарушения в социальной структуре, проявившиеся в нищете, моральной распущенности, бродяжничестве и т. д.»[5] . В то время группы филантропов занимались благотворительной деятельностью, главной задачей которой было смягчение последствий интенсивной индустриализации. Таким образом, первые «методы исследования окружающей среды, включая педагогические аспекты, исходят из потребностей эмпиризма. Они возникают в ходе конкретной исследовательской работы, проводимой социальными реформаторами и филантропическими объединениями. Так развиваются первые методы, которые представляют собой отправную точку для дальнейших методологических попыток и решений. В то же время, с ростом этих попыток и опытов, интенсивно развивается современная наука об обществе — социология, которая стремится определить методы изучения социальных явлений более систематическим и научно обоснованным образом»,[6],[7].

Следует помнить, что «педагогические экологические исследования не являются автоматической областью, изолированной от всей совокупности экологических исследований. Можно сказать, что в пределах совокупности экологических социальных исследований это область, которая является особой, но не изолированной, со специфическими проблемами и специфическими попытками методологических решений. Социологические исследования всегда

[3] R. Wroczyński, Pedagogika społeczna, Warszawa 1985, s. 88
[4] R. Wroczyński, Pedagogika op. cit., s. 88
[5] R. Wroczyński, Pedagogika op. cit., s. 90
[6] R. Wroczyński, Pedagogika op. cit., s. 90
[7] R. Woźniak. Socjoglobalistyka. Problemy i konsekwencje. BWSH Koszalin 2007

касаются социальных общностей, они направлены на раскрытие законов функционирования этих общностей. В своих исследованиях педагог также интересуется функционированием общностей, но особого типа, образовательных, и, кроме того, его внимание сосредоточено на влиянии различных типов социальных общностей на личность, в том числе и интернациональных образовательных сред, на обусловленность образовательных процессов влияниями окружающей среды. Решая такие поставленные задачи, педагог в организуемых им экологических исследованиях широко использует достижения социологии (...)»[8]. Обзор исследований в области экологической педагогики показывает, что отдельных исследовательских методик, специфичных для этой области, не существует. Методы эколого-педагогических исследований принципиально не отличаются от социологических и психологических методов. Однако их применение специфично, то есть учитывает специфику педагогических явлений. Специфика эколого-педагогических исследований обусловлена следующими особенностями образовательных ситуаций:

1. Педагогическое экологическое исследование включает изучение и анализ образовательных ситуаций в социальных сообществах, в которых участвуют наши ученики. Эти образовательные ситуации могут быть двух типов: преднамеренные и непреднамеренные (…).

2. Эколого-педагогические исследования ограничиваются в основном проблемами двух возрастных категорий: детей и подростков. В отличие от социологических исследований, которые в первую очередь фокусируются на проблемах участия взрослых в общественной жизни (…). Однако следует отметить, что в последние годы в сферу эколого-педагогических исследований все чаще вовлекается взрослое население. Это связано, в том числе, с развитием концепции перманентного образования, распространяющей образовательный процесс на всю жизнь человека. Следствием изложенных положений является имманентная необходимость формирования специфических черт антропогенного педагогического исследования.

3. В эколого-педагогических исследованиях внимание исследователя сосредоточено на типичных и индивидуальных ситуациях. Это специфическое направление интересов было замечено еще И. В. Давидом, когда в последние годы жизни он формулировал принципы педагогики как экспериментальной науки и писал: «Цель педагогики — конкретная, синтетическая, она хочет познать условия духовной жизни не в ее простых, искусственно изолированных симптомах, а такими, каковы они в действительности, чтобы иметь возможность влиять на них на практике»[9].

[8] R. Wroczyński, Pedagogika, op. cit., s. 113
[9] R. Wroczyński, Pedagogika, op. cit., s. 115- 116

XIX век стал периодом великих открытий, главным образом в области биологии, физики и химии. В то время биология открыла принцип эволюции, физика — принцип сохранения энергии, а химию называли наукой XIX века, поскольку ее открытия позволили развить промышленность[10]. Все это оказало влияние на общественные явления. Однако следует также помнить, что влияние достижений естественных и общественных наук, и в частности созологии, на практику образования не было столь непосредственным, как на другие сферы практической деятельности. Знание законов физического и психического развития человека, знание общественных отношений не гарантировало таких результатов планомерной воспитательной работы, какие обеспечивались в других областях практической деятельности знанием предметов и отношений между ними (…). На фоне развития знаний о человеке и обществе раскрылась вся сложность образовательных процессов как процессов, интегрирующих в себе самые разнообразные спектры стимулов и факторов развития. Такое положение дел в свою очередь привело к известным спорам относительно научной интерпретации образовательных процессов. Являются ли эти процессы, и если да, то в какой степени, результатом стимулов развития, присущих среде обитания ученика?»[11]. Кроме того, возникло много других проблем, которые стали предметом жарких дискуссий. «На фоне этих дискуссий возникли различные направления в современной педагогике, среди которых наиболее известны направления, известные как педагогический психологизм и социология. Психологизм рассматривал образование как процесс индивидуального роста и развития, базирующийся на биологических основах, в то время как социология рассматривала образование как социальный процесс, развивающийся на основе влияний окружающей среды[12].

Рассматривая связь педагогики и социологии в формировании личности молодого человека, следует помнить, что «воспитатель, работающий с молодым человеком, может попытаться передать ему совокупность общих и практических знаний, общие принципы распознавания, определения и оценки ситуации, в которой он может оказаться, общие принципы оценки и прогнозирования последствий своего поведения, моральные принципы и общие установки отношения к людям и другие установки, которые могут оставаться важными установками для воспитанника и в будущем[13]. Однако воспитатель не влияет и не может влиять на огромную и преобладающую часть факторов, которые будут определять поведение воспитанника в будущем». Вот почему социологические исследования «социальных факторов, обусловливающих и определяющих поведение людей, здесь так необходимы, потому что знание их может

[10] R. Wroczyński, Pedagogika, op. cit., s. 17
[11] R. Wroczyński, Pedagogika, op. cit., s. 18
[12] R. Wroczyński, Pedagogika, op. cit., s. 19
[13] *J. Szczepański, Pedagogika a socjologia [w:] Encyklopedia pedagogiczna, Warszawa 1970, s. 542- 547*

подсказать воспитателю, к чему он должен готовить своих воспитанников и как подготовить их к преодолению реальных ситуаций жизни вне школы и как формировать их поведение в связи с этим»[14].

Важно отметить, что «экология — сравнительно молодая наука, и среднестатистический поляк ассоциирует ее в основном с чистотой воды, воздуха и защитой лесов. Люди, как правило, не осознают обратной связи на микроуровне, т. е. на уровне окружающей среды и домохозяйства»[15]. Формирование экологического сознания просто означает формирование «экологической совести»[16]. Принимая во внимание взгляды многих авторов на определение экологического сознания — чаще всего его понимают широко — как специфическую, развивающуюся форму общественного сознания, которая проявляется «как в мышлении и опыте людей, так и в социально функционирующих стандартах понимания, переживания и оценки биосферы»[17].

Заключение

Как следует из представленного анализа экологического сознания молодого поколения, его важнейшим элементом, влияющим на его формирование, является формирование знаний, не поддаваясь давлению общественного мнения, в том числе и родительского, умение задавать вопросы и анализировать полученную информацию. Суть в том, чтобы молодое поколение не поддавалось различным манипуляциям и умело отстаивало свои доводы. В противном случае оно будет бродить по земной юдоли как слепой. А это негативно скажется на его существовании, развитии и хозяйственной активности.

Библиографический список

1. J. W. Dawid, Pisma pedagogiczne, Wrocław 1961.
2. J. H. Pestalozzi, Łabędzi śpiew. Przekład Rachela Wroczyńska i Ryszard Wroczyński, Warszawa 1973.
3. R. Wroczyński, Pedagogika społeczna, Warszawa 1985.
4. R. Woźniak. Socjoglobalistyka. Problemy i konsekwencje. BWSH Koszalin 2007.
5. J. Szczepański, Pedagogika a socjologia [w:] Encyklopedia pedagogiczna, Warszawa 1970.

[14] J. Szczepański, Pedagogika, op.cit., s. 542- 547
[15] E. Mastalerz, Kształtowanie świadomości uczniów w zakresie ekologicznego żywienia rodziny. [w:] Interdyscyplinarne problemy ekologiczne w kształceniu technicznym, Opole- Turawa 1995, s. 41- 42
[16] E. Mastalerz, Kształtowanie, op.cit., s. 41
[17] L. Domka, Edukacja dla ekorozwoju, Pedagogika Pracy, Nr 22, s.104

6. E. Mastalerz, Kształtowanie świadomości uczniów w zakresie ekologicznego żywienia rodziny. [w:] Interdyscyplinarne problemy ekologiczne w kształceniu technicznym, Opole-Turawa 1995.

7. L. Domka, Edukacja dla ekorozwoju, Pedagogika Pracy, Nr 22.

Элизабет Маргарет Заборовска – старший ассистент, Институт научных исследований и экспертиз Гожув Wlkp. (Польша), магистр педагогических наук, iben@iben.pl.

Тадеуш Заборовский – профессор, Познаньский технологический университет (Польша), tazab@sukurs2.pl.

УДК 621.717

ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ
ASSEMBLY TECHNOLOGY

Заборовский Т.

Zaborowski T.

Аннотация: В статье рассматривается технология сборки как важное звено производственного процесса. Указано, что необходимо соблюдать последовательность операций для получения готового изделия.

Abstract: The paper presents assembly technology as an important link in the manufacturing process. It is indicated to follow the sequence of operations in order to obtain a finished product.

Ключевые слова: технология сборки, последовательность операций сборки, качество сборки.

Keywords: assembly technology, assembly operation sequence, assembly quality.

Сборочный процесс представляет собой совокупность операций по объединению деталей в узлы для получения конечного продукта в определенной технически и экономически целесообразной последовательности, которая соответствует заранее определенным техническим условиям. Этот процесс включает подготовительные действия, обеспечивающие сборочный процесс. Если к различным технологическим приемам производственных процессов применяется понятие «технологический процесс», которое относится в основном к единичным деталям (одному объекту), то «сборочный процесс» характеризуется взаимосвязью не менее чем с двумя или более деталями (объектами). Существенной особенностью сборочного процесса по отношению к предмету производственного процесса является его комплексное изменение (не изменение некоторых свойств), которое возникает как синтез характеристик сборных зданий. Сборочный процесс осуществляется в определенных технических, организационных и экономических условиях, которые определяются:

⇒ применяемой техникой и технологией,

⇒ системой организации и управления,

⇒ производственной средой.

Процесс сборки отличается от других основных производственных процессов, имеет свои специфические особенности. Основные характеристики специфических персонажей:

⇒ процесс сборки организован и синхронизирован по отношению к компонентам, производственный процесс осуществляется в разное время и в разных местах,

⇒ процесс сборки является профессиональной областью, где ручные операции

являются доминирующими, очень сложными и трудно представляемыми действиями машин,

⇒ процесс сборки интегрирует все аспекты обеспечения качества и технического совершенства предыдущих технологических операций и процессов, а также проявления собственного процесса сборки,

⇒ организация процесса сборки проявляется противоречивыми эффектами принципов дифференциации и концентрации операций. Усилия по автоматизации операций сборки требуют применения принципа концентрации операций.

Повышение производительности труда на основе рационализации мелких операций требует принципа дифференциации, дифференциация не дает даже хороших результатов по качеству,

⇒ сборочный процесс имеет большое значение для конечного продукта, но тем не менее ей не уделяется достаточного внимания,

⇒ сборочный процесс характеризуется низким уровнем организации и управления трудом, а следовательно, низкой производительностью труда, высокой трудоемкостью и высокой стоимостью обслуживания цехов.

В настоящее время делается сильный акцент на рационализацию процессов сборки, что связано с автоматизацией процессов сборки. Целенаправленное развитие автоматизации зависит от наличия ее теоретической базы. О важности терминологии говорить не приходится, но следует отметить, что чем раньше вы начнете в прикладной области и чем раньше мы объединим терминологические понятия, тем легче и эффективнее будет применение этой практики. В частности, она определила само значение термина теория сборки, т.е. предмет этой научной дисциплины. Определение области применения теории сборки имеет существенное значение, поскольку ее содержание и, следовательно, диапазон трактуется по-разному, что имеет свои последствия не только в теории, но и в практической деятельности. Предмет теории монтажа означает изучение характера соединения компонентов, соотв.-более простых сборочных единиц при сборке комплекса. Такой подход к пониманию области применения теории монтажа приближается к области применения терминов по объемному характеру процесса сборки. Разница в том, что, помимо сцепления, неотъемлемой частью коллективного характера процесса сборки является и фиксация достигнутого склеивания, которое часто является предметом изучения теории технологических методов, на которых эта фиксация основана (например, теория формования). Фиксация, таким образом, не входит в теорию сборки, так как в случае мелкосерийной сборки не изучается характер адаптации, который принадлежит теории процесса резки. Исключение может представлять фиксация, которая технически идентична сцеплению, т. е. которая реализуется посредством соединительных элементов (например,

винтов, штифтов или тому подобного). В частности, после изучения теории сборки определяются следующие составные части процесса сборки и объект, на котором применяется процесс. Они применяются при этом понятия и термины, которые направлены в первую очередь на конечное место процесса сборки и сам процесс сборки, включая соответствующие средства, и основаны на разбивке, как показано на рисунке 1. Из этой разбивки может быть определена терминология процессов сборки:

Рисунок 1. Схематическое представление элементов процесса сборки.

Изделие - любой объект или набор объектов, которые производятся. Детали - изделие, изготовленное из материала без использования сборочных операций. Элемент сборки - изделие, части которого должны быть собраны каждая определенной второй соединительной сборкой (разборной или разборной). Объект сборки - объект, изученная сборка, т.е. связанная с определенным соответствующим объектом, соответственно - сборочная единица, порождает сборочную единицу, соответственно - комплекс сборочной единицы. Сборочная область - объект, монтируемый на поверхности, который предназначен для определения взаимного расположения соответствующего объекта в сборочной единице.

Внешний объект - объект, монтируемый (например, деталь, сборочная единица) с внутренней поверхностью, монтируемой (типа отверстие). Внутренний объект - объект, монтируемый на наружную поверхность, монтируемую (типа вал). База - набор геометрических элементов (например, осей, точек, поверхностей) объекта, как правило, изделия, к которому предъявляется требование относительно положения других геометрических элементов этого объекта, соответственно - изделия. Конструктивная база - набор геометрических элементов собираемого объекта, к которому предъявляется требование относительно расположения сборных поверхностей.

Сборочная база - набор геометрических элементов монтируемого объекта, который используется для установления объекта на сборочном заводе.

Геометрическая структура - размерная строка между конструкцией или монтажной

базой и монтируемой плоскостью. Отклонение объекта - замыкающий элемент размерной цепи между конструкцией и монтируемым на базе плоским объектом.

Отклонение домкрата - замыкающий элемент размерной цепи, монтируемый между базой и монтажной поверхностью (сюда входят любые отклонения объектов).

Допуск для автоматизированной сборки - более жесткие допуски предварительно изготовленных функциональных зон в пределах допусков, указанных конструктором (применение такого допуска к двум взаимно собираемым компонентам увеличивает минимальный гарантированный зазор между ними).

Ориентация объекта - процесс достижения некоторого желаемого положения собираемого объекта, возможно, отдельное указание этого положения (результат процесса). Он состоит из установки контроля положения и последующего изменения положения (или удаления смещения фокуса).

Свободная ориентация - ориентация, при которой субъект не имеет выдвинутых вперед степеней свободы. Требуемая ориентация - ориентация с определенным заранее заданным числом степеней свободы собираемого объекта. Дискретная ориентация - ориентация, при которой осуществляется управление положением собранного объекта в статическом положении (в состоянии покоя).

Непрерывная ориентация - ориентация, при которой положение управляемого объекта ориентировано в динамическом состоянии (в движении). Активная ориентация - ориентация, при которой осуществляется управление положением собранного объекта (если для указанного положения соответствие требованиям) с преобразованием поворачивается в сторону желаемого положения.

Пассивная ориентация - ориентация, при которой осуществляется управление собранным объектом (который не соответствует требованиям), объект отбрасывается. Первичная ориентация - ориентация, при которой собранный объект ориентирован достиг некоторой своей определенной устойчивости.

Вторичная ориентация - ориентация, при которой собранный объект переходит из одного из своих определенных устойчивых положений, чтобы достичь первичной ориентации в одно определенное желаемое устойчивое положение.

Третичная (взаимная) ориентация - координация между позициями ориентированных вторичных сборных объектов, которые должны быть соединены в области сборки для создания установочного блока.

Параметры ориентации объекта - характеристики собранного объекта, которые служат для управления положением ориентации (внешние размеры, координаты центра тяжести

и координаты характерных элементов конструкции - отверстий, выемок и т. д.).

Отличимое положение - положение собранных объектов, которое можно отличить от всех других положений, которые могут представлять интерес для ограничивающих поверхностей (поверхности, различающиеся взаимно вероятной встречаемостью, являются свободной ориентацией).

Неразличимое положение - положение собранных объектов, которое нельзя отличить от некоторых других областей, которые могут быть компонентами на областях, которые ограничивают интерес (неразличимые положения имеют одинаковую вероятность встречаемости свободной ориентации).

Устойчивое положение — положение, принимаемое объектом, установленным на относительно большой площади по отношению к другим областям, которые его ограничивают (показывающее вероятность свободной ориентации).

Неустойчивое положение - положение, принимаемое объектом, установленным на относительно небольшой площади по отношению к другим областям, которые ограничивают (имеет малую вероятность появления в свободной ориентации).

Приблизительное расположение - набор геометрических элементов, указывающих на объекты, которые общей связью с непосредственной базирующей поверхностью установленного объекта определяют его непосредственную ориентированную ориентацию (положение). Частным случаем является набор элементов базирующего сборочного оборудования, которые соприкасаются с монтажным основанием на третичной ориентации. Главная примерная область - примерная область, которая удаляет собираемый объект три степени свободы.

Второстепенная примерная область - примерная область, которая удаляет собираемое здание две степени свободы.

Сборочно-технологическая система - система, состоящая из сборочной машины А, сборных объектов О1, О2 и их сборочных установок МП1 и МП2 - схема:

$$O_1 \to MP_1 \to A \to MP_2 \to O_2$$

В отличие от технологической системы, процессом резки выступает один из объектов, кроме режущего инструмента (сборочные инструменты в данной системе исключены).

Зона сборки - часть сборочной технологической системы, включающая как сборочные корпуса, так и заготовки. Позиция сборки - положение объекта (например, детали), которое происходит при третичной ориентации, которая определяется тождественностью монтажной базы объекта с набором базирующих элементов заготовки.

Отклонение (точность) третичной ориентации - размер замыкающего элемента сборочной размерной цепи технологической системы, соответственно - отклонение собираемых

поверхностей взаимно соединяемых объектов от монтажной позиции.

Условия сборки - математическая зависимость между отклонением третичной ориентации и зазорами поверхностей, смонтированных между каждыми сборочными объектами (деталями). Сборка - степень соблюдения условий сборки, измеряемая отношением успешно собранной сборочной единицы к общему количеству единиц, которые были запроектированы для монтажа.

Компенсация

а) для автоматизированной сборки допусков выравнивания третичной ориентации, в частности, в плоскости (XY) путем сохранения ряда степеней свободы одного или обоих объектов на сборочной позиции, соответственно - определение замыкающего элемента сборки технологической системы модификации конструкции собранных объектов или специального оборудования

б) в случае ручной сборки - определение неточностей сборочных единиц, соответственно - охватывание элемента размерной цепи с помощью компенсационной сборки. Сборочное движение - для перемещения нагруженных объектов и направленное на взаимные контактные поверхности смонтированных, раскрывается с помощью прямоугольной системы координат, которая определена для одного объекта, и это считается статическим (стационарным). Основное сборочное движение - движение, которое пропорционально расширению области взаимных контактных поверхностей сборных зданий. Обычно бывает прямолинейным (в направлении координатной оси z), а иногда является результатом комбинированного движения (прямолинейного и вращательного), например - винтового движения.

Малое сборочное перемещение - перемещение собираемого объекта (в направлении осей координат x и y), которое в основном направлено на компенсацию отклонений третичной ориентации.

Соединение - результат выполненного сборочного перемещения, при котором площадь взаимного соприкосновения поверхностей устанавливается на максимальную (требуемую) величину. Фиксация - обеспечение соединения, выполненного разъемным или неразборным способом.

Метод макс.-мин. - метод проектирования процесса сборки (расчеты, проектирование, комплектация, контроль, выбор объектов, организационно-техническая компоновка и т. д.). Который подразумевает полное соблюдение условий сборки (исходя из максимального размера наружной поверхности сборных конструкций и минимальных размеров площади внутренних перегородок). Практическим следствием этого метода является установление полной взаимозаменяемости объектов.

Статистический метод - Метод проектирования процесса сборки, при котором предполагается частичное соблюдение условий сборки, т. е. только с заранее заданной вероятностью успеха. Практическим следствием этого метода является подгонка с неполной (частичной) взаимозаменяемостью.

Компенсационная сборка - процесс сборки с неполной (частичной) взаимозаменяемостью объектов, при котором несобранные объекты (сборочные единицы) компенсируют свою неточность (замыкающий элемент сборки размерной цепи) или путем корректировки уравнивания (например, распорное кольцо, регулирующий элемент и т. п.).

Селективная сборка - процесс сборки после предварительного контроля и сортировки загруженных размеров объектов в группы, каждая из которых содержит пару соединяемых объектов друг с другом только в определенном диапазоне фактических размеров стыкуемых поверхностей. Это будет достигнуто соблюдением заранее заданного гарантированного зазора между стыкуемыми поверхностями с размерами со значительными допусками. Мы применяем его в случаях полной и неполной взаимозаменяемости объектов. В первом случае повышается точность собираемой сборочной единицы, а во втором - в основном повышается сборка.

В этом обзоре были предоставлены исключительно сосредоточенные на концепциях теории и технологии процессов сборки, которые не используются в других областях. Эти термины могут применяться в других областях, но только в общих чертах. Процесс сборки имеет конкретное и определенное значение. В теории технология и процессы сборки используются также в терминах систем сопряжения (стандартизированных), теории математической статистики и вероятности, математической логики, теории размерных цепей автоматизации и управления, робототехники, технологии процесса резки, формовки и обработки материалов. Также важно отметить, что ориентация объектов является особой областью обработки и транспортировки и занимает доминирующее положение для процессов сборки. Терминологию, которая касается технических средств процесса сборки, мы включаем в проектирование и эксплуатацию машин и оборудования. Согласно европейскому стандарту EN 45020: настоящий стандарт представляет собой документ, созданный по соглашению (консенсусу), который принимается компетентным учреждением, которое устанавливает правила для повторного использования, руководящие принципы или соображения для операций или результатов операций, стремясь в рамках данного контекста достичь оптимального уровня о'кей. Стандарты используются:

⇒ производители, которые изготавливают свою продукцию более рационально на основе технических документов, содержащихся в стандартах,

⇒ пользователи, которые имеют гарантию того, что продукция изготовлена в соответствии со стандартами качества,

⇒ производители, которые используют стандартизированные процедуры измерений, получают взаимно сопоставимые результаты,

⇒ ⇒ испытательные учреждения, которые используют стандартизированные процедуры, могут выполнять контрольные функции на предприятии.

Помимо стандартов, предназначенных исключительно для процесса сборки, проектировщик должен использовать стандарты процесса сборки и стандарты, выходящие за рамки процесса сборки, но не выходящие за рамки производственного процесса (например, стандарты погрузочно-разгрузочного оборудования). Особое значение в процессе сборки имеют гигиенические стандарты и рекомендации, затрагивающие охрану здоровья от подбора, неправильной позы, допустимых весов ручных манипуляторных грузов, освещения и т. д.

Заключение

В настоящее время одной из статей расходов, влияющих на себестоимость производства одной детали, является: стоимость режущего инструмента. Каждая компания включает разный процент стоимости режущего инструмента в общие затраты на производство одной детали. Хотя стоимость режущего инструмента составляет только часть общей стоимости производства одной детали (от 5% до 10%), она оказывает существенное влияние, в частности, на следующее:

- процесс резки — T<i>W,
- время простоя станка,
- количество требуемых операций,
- период, в течение которого детали должны оставаться в пределах компании,
- количество режущих инструментов.

Количество требуемых операций – изменение технологического процесса, качественный прогрессивный инструмент может привести к экономии затрат (например, изготовление точного отверстия – сверление, черновая обработка, развертывание).

Библиографический список

3. Jurko, J.-Monka, P.: The importance of design for assembly in automatized manufacturing, In: DAAAM 7-medzinárodné sympósium ,17.-19.10.1996, TU Wien, 1996, s.195-196, ISBN 3-901509-02-X

4. Zaborowski T., Jozef Jurko.Dimensions quality – effect of element properties on objects in production. PAN, IBEN Gorzów Wlkp. 2018, ISBN 978-83-64249-75-4

Тадеуш Заборовский – профессор, Познаньский технологический университет (Польша), tazab@sukurs2.pl.

УДК 658.567.1

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ И ИХ КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ.

THE MAIN METHODS OF WASTE RECYCLING AND THEIR BRIEF PRESENTATION.

Иванова Н.А., Рябов С.А.

Ivanova N.A., Ryabov S.A.

Аннотация: Современные технологии переработки обеспечивают получение качественных материалов, пригодных для промышленного применения. Они необходимы для комплексного решения - уменьшения объемов захоронения, снижая уровень загрязнения окружающей среды. Кроме того, переработка отходов стимулирует развитие технологий, связанных с экологическим менеджментом и ресурсосбережением.

Abstract: Modern processing technologies ensure the production of high-quality materials suitable for industrial applications. They are necessary for a comprehensive solution - reducing the volume of burial, reducing the level of environmental pollution. In addition, waste recycling stimulates the development of technologies related to environmental management and resource conservation.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, методы переработки, сортировка, пиролиз, агрегирование, вторичное сырье.

Keywords: production and consumption waste, processing methods, sorting, pyrolysis, aggregation, secondary raw materials.

Переработка отходов представляет собой процесс обращения с ними таким образом, чтобы обеспечить возможность их вторичного применения в экономике страны, а также извлечение из них сырья, энергии, продукции и различных материалов.

Вторичная переработка позволяет избежать выбрасывания ценных ресурсов и уменьшить расход природных материалов, что способствует снижению затрат энергии, сокращению загрязнения атмосферы (за счёт уменьшения сжигания отходов) и загрязнению водных источников, почвы (из-за снижения объемов захоронений) [1].

Согласно общепринятой классификации обращения с отходами, выделяют следующие методы переработки отходов (рис. 1).

Сортировка отходов подразумевает выделение отдельных компонентов из общей массы собранных отходов путем разделения либо объединения отходов по установленным признакам на разные качественные группы. Процесс сортировки выполняется на специально оборудованных предприятиях, сортировочных заводах, производственных участках и технологических линиях. На высокотехнологичных автоматизированных линиях персонал привлекается лишь на начальном

этапе процесса, выполняя контроль за крупными объектами или опасными предметами, способными нести опасность как человеку, так и оборудованию.

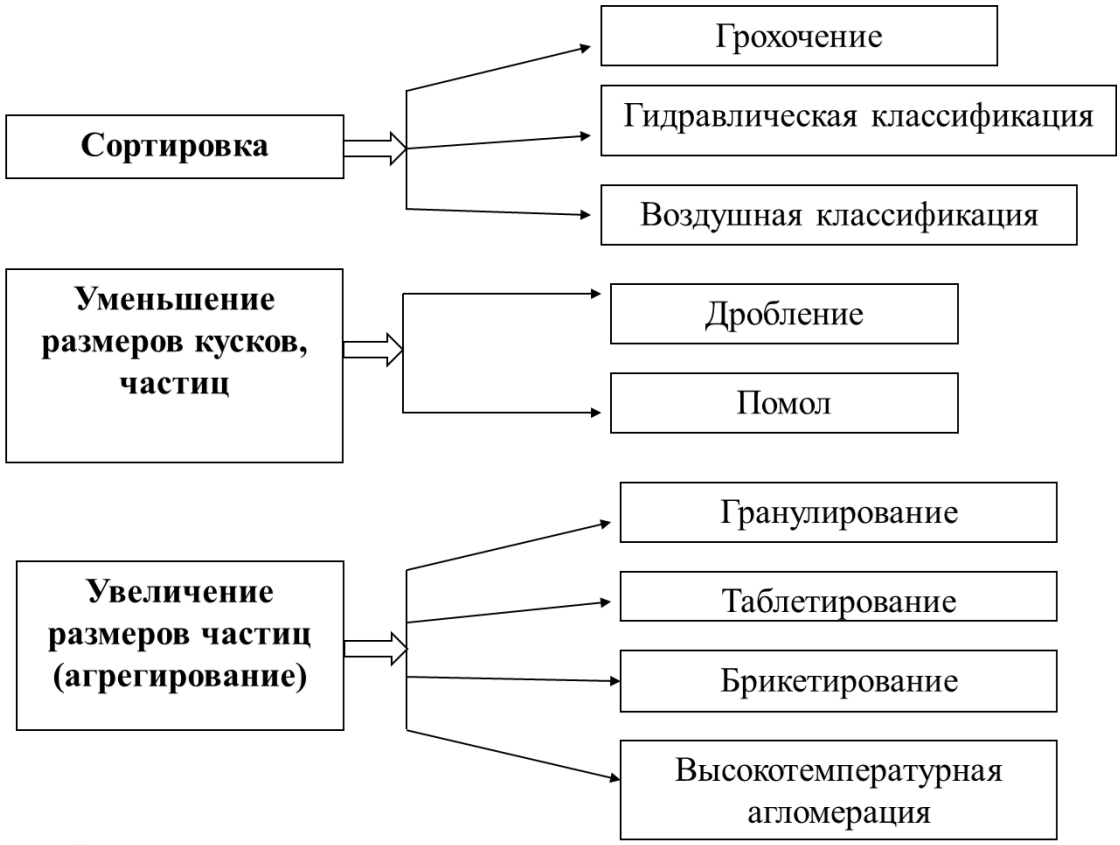

Рис. 1. Методы переработки отходов.

В России принят закон, ограничивающий захоронение определенных видов полезных материалов, пригодных для переработки в качестве вторсырья. Тем не менее, этот запрет теряет силу, если такие материалы находятся внутри состава ТКО. Для эффективного восстановления полезных элементов важно осуществлять предварительное разделение отходов перед отправкой на сортировку, исключающую перемешивание их с общим мусором [2,3].

Классификация — это технологический процесс распределения частиц определенной среды (жидкости или газа) на отдельные фракции по размерам, основываясь на скорости их оседания под воздействием сил тяжести или центростремительной силы. Метод классификации определяется типом применяемой среды: Грохочение — метод механической сортировки измельченных материалов по величине частиц (рис.2.). Принцип основан на способности мелких частиц проходить сквозь решетку, оставляя крупные сверху.

Рис.2. RMZ TR-4500 – стационарный барабанный грохот, предназначенный для удаления из потока смешанных ТКО органического материала и мелкой фракции

Обезвреживание отходов представляет собой комплекс мероприятий, направленных на снижение массы отходов, изменения их химического состава и физических характеристик с целью минимизации отрицательного влияния на природу и здоровье населения.

Основные методы, используемые для сокращения размеров частиц отходов: дробление - механическое разрушение крупных фрагментов отходов на более мелкие кусочки. Обычно применяется для твердых предметов, таких как стекло, пластик, металл и дерево.

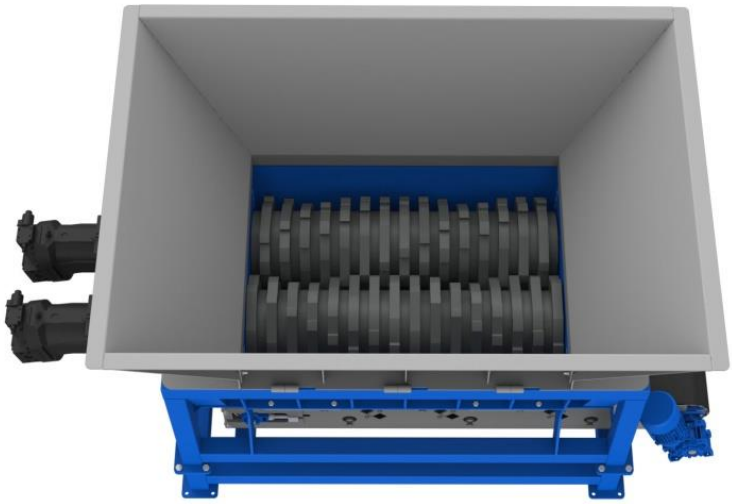

Рис.3. Шредер промышленный Р-1200 (предназначен для измельчения: грузовых шин, крупногабаритного мусора, строительного мусора.

Помол - измельчение мелкофракционных материалов до состояния порошка или пыли. Часто применяется для органических веществ, минеральных остатков и химических соединений (рис.3.) Данные процедуры необходимы для последующей эффективной транспортировки, хранения и переработки отходов, а также предотвращения распространения загрязнений в природной среде.

Агрегирование отходов представляет собой процесс формирования компактных агломератов из мелких дисперсных частиц. Эта технология направлена на сокращение общего объёма отходов и повышение эффективности их последующего использования и транспортировки. Правильно организованное агрегирование помогает значительно оптимизировать процессы переработки и транспортировки отходов, повышая экономичность и безопасность операций.

Таблетирование — это разновидность гранулирования, использующая специальное оборудование — таблеточные машины. В ходе таблетирования порошок подвергают воздействию давления, формируя прочные таблетки различной формы (шары, цилиндры, диски, кольца) размером примерно 6–12 мм в диаметре. Такой подход особенно эффективен при создании продуктов из отходов, используемых в химической промышленности (адсорбенты, катализаторы), фармацевтике (витаминные препараты, лекарственные средства) и пищевой отрасли.

Брикетирование - метод направлен на увеличение плотности отходов, что облегчает их транспортировку, хранение и дальнейшее использование. Отходы подвергаются компактации, приобретая компактную и удобную для манипуляций форму (обычно прямоугольник или куб). Вторичное сырьё прессуют в блоки различного формата, иногда дополнительно используя упаковку в плёнку. Брикетированные отходы легко транспортируются различными видами транспорта и допускают длительное хранение на открытом воздухе. Эта технология активно внедряется в Европе и становится востребованной в России, предлагая эффективные решения для экологически безопасного обращения с отходами.

Агломерация — это процесс термической обработки мелких зернистых материалов, при котором частицы соединяются между собой, превращаясь в монолитные образования. Данный метод находит широкое применение в металлургии и других отраслях промышленности, где необходима обработка мелких металлических или минерально-органических смесей.

При агломерации смесь предварительно измельчённого материала подогревается до определённой температуры, при которой её частицы начинают частично плавиться и размягчаться. В таком состоянии зерна шихты прочно сцепляются друг с другом, создавая единую структуру. Последующий быстрый процесс охлаждения приводит к быстрой кристаллизации материала, что повышает его прочность и создаёт пористую поверхность.

Далее также можно выделить еще ряд методов переработки отходов (рис.4.)

Рис.4. Методы переработки отходов.

Термообработка — один из важнейших этапов переработки отходов, позволяющий эффективно уменьшать объёмы и вес накопленных отходов, одновременно производя энергию и снижая негативное воздействие на окружающую среду.

Основными способами термообработки отходов являются:

Сжигание: Основной метод термического разрушения органических составляющих отходов. Во время горения ТБО выделяется значительное количество тепла, которое можно преобразовать в тепловую или электрическую энергию.

Пиролиз — это специфический процесс термической обработки органических отходов, протекающий при повышенных температурах и практически полном отсутствии кислорода. Основная цель пиролиза — разрушение структуры органических соединений и получение продуктов, пригодных для дальнейшего использования или уничтожения.

Сушка — это важнейший этап первичной обработки многих видов отходов, представляющий собой удаление влаги из твёрдых или полутвёрдых материалов путем испарения жидкости под воздействием подводимого тепла. Целью сушки является достижение оптимального уровня влажности материала, необходимого для его успешного дальнейшего использования или переработки.

Обогащение отходов включает - сепарацию отходов: механизированная обработка неоднородных отходов, имеющая целью их разделение на однородные составляющие.

Магнитная сепарация используется для отделения магнитных составляющих от немагнитных. Оксиды, соли металлов обладают слабомагнитными свойствами. Различные породообразующие минералы (кварц, полевой шпат) относятся к немагнитным. Отходы пропускаются через магнитный сепаратор с движущейся лентой.

Электросепарация основана на различии электрофизических свойств материалов (электропроводности). Применяется для разделения отходов, содержащих примеси цветных металлов, от полимерных материалов. При контакте с поверхностью заряженного металлического электрода электропроводные частицы приобретают заряд и отталкиваются от него.

Пенная флотация — это физический и химический процесс, при котором поверхностно-активные вещества избирательно прикрепляются к поверхности воздушных пузырьков, поднимаясь вместе с ними вверх. Легкие твердые частицы всплывают на поверхность жидкости, откуда собираются специальным устройством, а очищенную жидкость выводят через регулирующийся переливной механизм.

Выделение отходов разделяют: в*ыщелачивание* (экстрагирование) — метод, предназначенный для выделения необходимых компонентов из сложного материала путем их селективного растворения в подходящей жидкости-экстрагенте. Чаще всего применяется при переработке гальванических шламов, отходов горнодобывающих производств, металлургических и топливных шлаков, древесных и прочих отходов.

Кристаллизация — процедура выделения твёрдой фазы в форме кристаллов из перенасыщенных растворов, расплавов или парогазовых фаз. Широко используется при переработке жидких и твёрдых отходов. Основой метода служит свойство веществ изменять свою растворимость в различных средах, в частности в воде. Если речь идет о переработке твёрдых отходов, первоначально их переводят в растворенное состояние.

Растворение — метод, основанный на взаимодействии жидкости с твёрдым материалом, при котором твёрдое вещество переходит в растворимую форму.

Комплексное применение представленных методов, в сочетании с ИТС справочниками по НДТ позволит предприятиям России в дальнейшем уменьшить объем захоронения отходов производства и потребления, снизить уровень загрязнения окружающей среды. Кроме того, как ранее уже было сказано, переработка отходов стимулирует развитие технологий, связанных с экологическим менеджментом и ресурсосбережением.

Библиографический список:

1. Федеральный закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

2. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 29.12.2023 г.) // Собрание законодательства РФ. — 2002.

3. Листопад О.Ф., Мингалёв А.П. Правовое регулирование порядка утилизации промышленных отходов // Право и практика. 2023. №4.

Иванова Наталья Александровна - к.т.н, доцент, ФГАОУ ВО МГТУ “СТАНКИН”, Москва, ivanova_na2006@mail.ru.

Рябов Сергей Александрович - к.т.н, доцент, ФГАОУ ВО МГТУ “СТАНКИН”, Москва, zarrr05@mail.ru.

УДК 004.048

ANALYZING THE DIFFERENCES IN ZERO CROSSING RATES OF BUSY ROAD TRAFFIC SOUNDS BETWEEN MOSCOW AND DHAKA

АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ В СКОРОСТИ НУЛЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЗВУКОВ ОЖИВЛЕННОГО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕЖДУ МОСКВОЙ И ДАККОЙ

Md Shafikul Islam
Schwarzburg L. E.

Abstract:the study explored acoustic differences in urban traffic environments by analyzing the zero crossing rate (ZCR) of busy road traffic noise recorded in Moscow, Russia and Dhaka, Bangladesh. A fundamental feature of digital signal processing, ZCR, provides insight into the sound and textural complexity of soundscapes. By comparing ZCR metrics between two cities, the research aims to identify unique acoustic signatures that reflect wide differences in traffic behavior, vehicle composition, and urban infrastructure.

Аннотация: исследование изучило акустические различия в городской транспортной среде, проанализировав нулевую скорость пересечения (ZCR) шума оживленного дорожного движения, зарегистрированного в Москве, Россия и Дакке, Бангладеш. Фундаментальная особенность цифровой обработки сигналов, ZCR, обеспечивает понимание звука и текстуральной сложности звуковых ландшафтов. Сравнивая показатели ZCR между двумя городами, исследование направлено на выявление уникальных акустических сигнатур, которые отражают широкие различия в поведении трафика, составе транспортных средств и городской инфраструктуре.

Keywords: sound analysis, Moscow traffic, Artificial intelligence, Dhaka traffic, zero crossing rate (ZCR), AI tools.

Ключевые слова: анализ звука, московское движение, искусственный интеллект, движение в Дакке, нулевая скорость пересечения (ZCR), инструменты искусственного интеллекта.

Introduction:

In rapidly urbanizing cities around the world, noise from road traffic congestion has become an important indicator of Environmental Quality. While noise levels (in decibels) have been extensively studied, very few analyses explore the temporal characteristics and spectral composition of urban vehicle noise [1]. The zero-crossing rate (ZCR), which measures how many times a signal crosses the zero-amplitude axis, provides a way to measure the 'roughness' or 'sharpness' of the sound [2]. The study compared the ZCR of busy vehicle noise in Moscow, a structured and modern European city, and Dhaka, one of the most densely populated Capitals in South Asia. Differences in driving behaviour, Vehicle Type, road infrastructure, and urban layout are expected to affect the acoustic profile of each city's traffic noise. The transformative role of sound technology in manufacturing and emphasizes the importance of monitoring machining processes to ensure precision and efficiency.

Sound produces specific acoustic and vibration patterns during operation, which can be analysed to assess ZCR condition and detect anomalies [3]. Prior research has applied signal processing techniques, such as time-domain statistics, frequency analysis, and real-time echo detection algorithms, to identify faults and predict maintenance needs in components like spindle and wheel bearings [4]. This study proposes a simulated sound analysis to control urban operations, aiming to link acoustic signals with surface roughness and improve process reliability. Experimental evaluations show the system's potential in real industrial settings.

Methodology:

1. Data Collection

Location: Urban hotspots during peak traffic hours in both Moscow and Dhaka. Duration: 60–80 seconds audio clips for each city Equipment: Omni-directional microphones with similar gain levels Conditions: Recordings taken under similar weather conditions to ensure consistency

2. Preprocessing

Audio files converted to mono Sample rate standardized at 22,050 Hz. Normalized for volume levels, Background non-traffic sounds (e.g., birds, human voices) filtered out

3. Feature Extraction

Using Python's Librosa library, the ZCR was computed for each recording: Frame size: 2048 samples (~93 ms). Hop length: 512 samples (~23 ms)

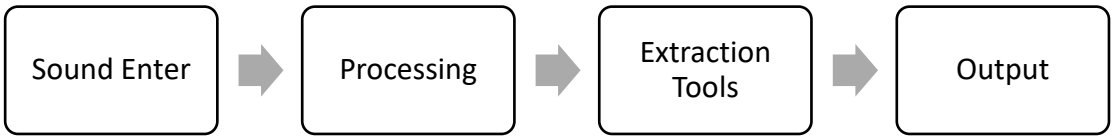

Fig. 1: Implementation process.

Then we do better than retesting and linear prediction.

Analysis of various speech and audio signals shows that their smoothness varies greatly depending on the content. For example, voiced speech sounds are smoother than unvoiced ones. Thus, the smoothness of the signal is an informative feature.

Determining the number of zero crossings in a signal segment is a relatively simple method for assessing the smoothness of a signal. A voiceless fricative can have up to 3000 zero crossings per second, but a voice signal fluctuates slowly - for example, a 100 Hz signal crosses zero 100 times per second. Implementation of zero crossing x_h known as k

$$ZCR \frac{}{k} \sum_{h=kM}^{kM} |sign\,(x_h) - sign(x_h - 1)\,|$$

Where M is the step between the analysis windows, and N is the length of the analysis window.

To calculate the frequency at which a zero value is crossed by a signal, you need to compare the sign of each pair of consecutive counts. In other words, for a signal of length N, you need O(N) operations. Such calculations are also extremely easy to implement, which makes the zero-crossing coefficient an attractive indicator for low-complexity applications.

Dhaka city traffic sounds:

We record and analysis the frequency amplitude time interval from 1 to 1500000 we get the following figure for the sound in Dhaka city traffic depends on the amplitude (Hz) and time. Here the zero crossing rate is 237016.

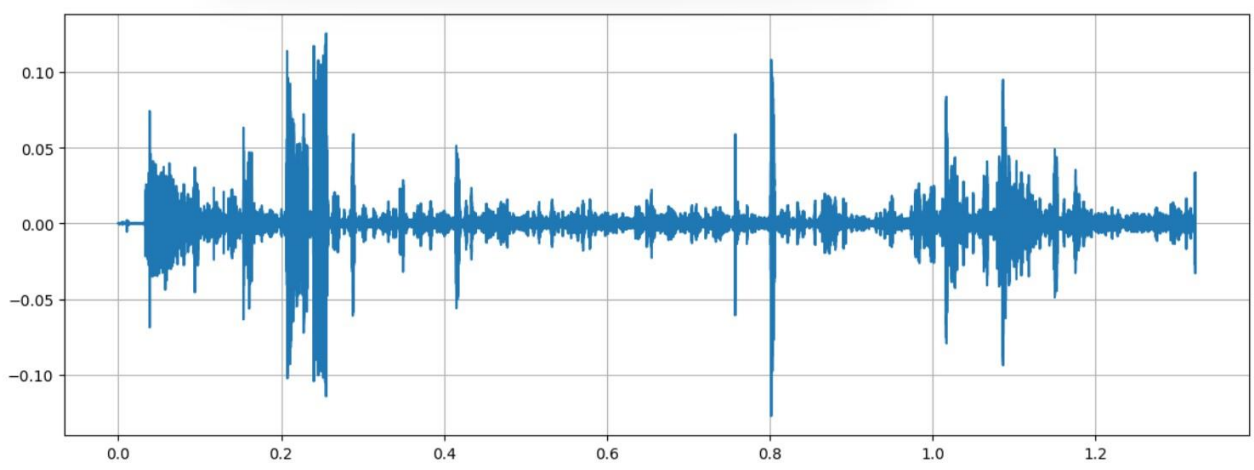

Fig. 2: Sound time and amplitude data for Dhaka city traffic.

At the time of analysis, tempo is a unit of measurement of beats, where beat is the basic unit of time. Approximate tempo: 92.29 beat per minutes in Dhaka city traffic sounds. Here the total beat time is 81, and the arrays.

[0.88235828 1.53251701 2.22911565 2.90249433 3.57587302 4.2492517
4.94585034 5.64244898 6.33904762 7.0124263 7.61614512 8.2430839
8.91646259 9.58984127 10.26321995 10.91337868 11.56353741 12.2369161
13.04961451 13.7229932 14.39637188 15.06975057 15.7199093 16.30040816
16.88090703 17.4614059 18.18122449 18.85460317 19.5047619 20.17814059
20.82829932 21.47845805 22.15183673 22.82521542 23.47537415 24.10231293

24.68281179 25.26331066 25.91346939 26.54040816 27.16734694 27.79428571
28.42122449 29.04816327 29.698322 30.37170068 31.04507937 31.71845805
32.39183673 33.06521542 33.71537415 34.38875283 35.06213152 35.71229025
36.38566893 36.9661678 37.54666667 38.15038549 38.77732426 39.40426304
40.07764172 40.75102041 41.42439909 42.09777778 42.79437642 43.49097506
44.1875737 44.90739229 45.53433107 46.16126984 46.67210884 47.27582766
47.85632653 48.46004535 49.11020408 49.66748299 50.29442177 50.92136054
51.54829932 52.1752381 52.84861678]

During mel-spectrogram, the following are the sounds captured by PyAudio analysis systems for a machine learning experiment. To conduct the experiment, the sound produced by Dhaka city traffic is first converted into a digital signal using a microphone. The sound is filtered using the resonant frequency determined by the spectral measurement. The real-time measurement results show the tones, including amplitude and frequency.

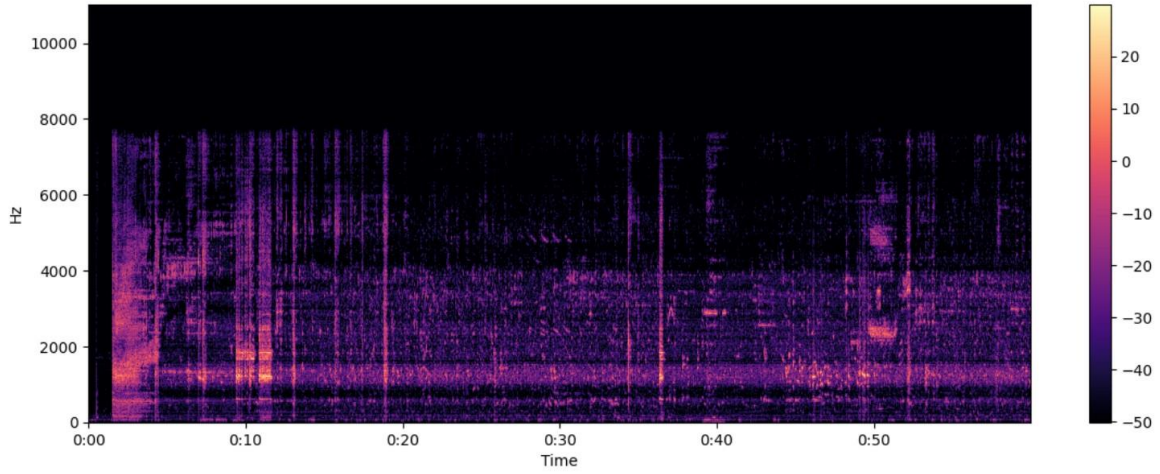

Fig. 3: Sound data of amplitude and frequency for Dhaka city traffic.

Moscow city traffic Sounds:

On the other hands, the frequency amplitude time interval from 1 to 1500000 we get the following figure for the sound in Moscow city traffic depending on the amplitude (Hz) and time. Here the zero crossing rate is 147164.

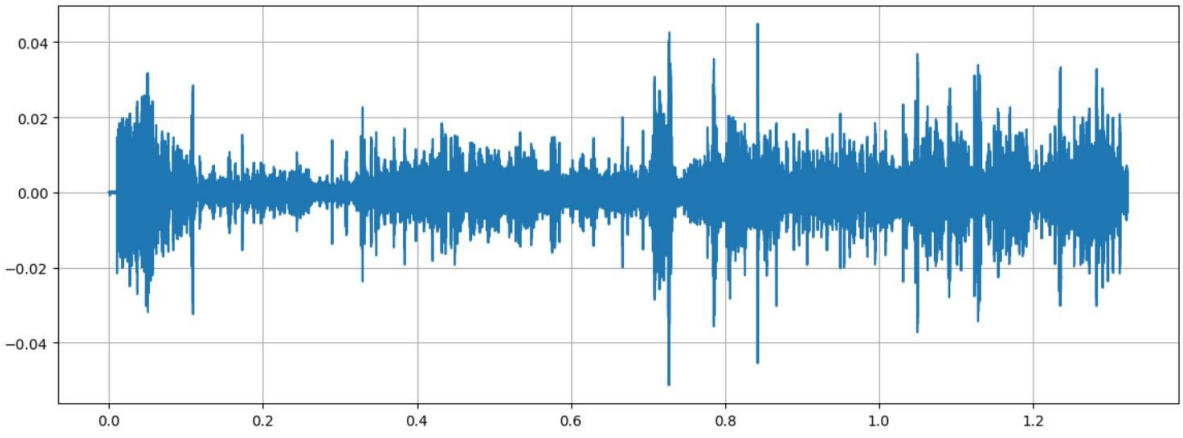

Fig. 4: Sound time and amplitude data for Moscow city traffic sound.

Here the tempo is a unit of measurement of beats, where beat is the basic unit of time. Approximate tempo: 112.35 beat per minutes in Moscow city traffic sound. Here the total beat time is 104, and the arrays.

[0.09287982 0.510839 1.06811791 1.62539683 2.15945578 2.69351474
3.20435374 3.80807256 4.36535147 4.89941043 5.43346939 5.96752834
6.5015873 7.03564626 7.56970522 8.10376417 8.63782313 9.19510204
9.729161 10.30965986 10.89015873 11.4706576 12.02793651 12.58521542
13.16571429 13.69977324 14.28027211 14.83755102 15.34839002 15.85922902
16.41650794 16.95056689 17.48462585 18.01868481 18.55274376 19.08680272
19.62086168 20.15492063 20.71219955 21.29269841 21.82675737 22.36081633
22.89487528 23.4521542 24.00943311 24.54349206 25.05433107 25.56517007
26.09922902 26.65650794 27.19056689 27.72462585 28.25868481 28.79274376
29.32680272 29.88408163 30.41814059 30.92897959 31.46303855 31.99709751
32.48471655 32.99555556 33.50639456 33.99401361 34.50485261 35.03891156
35.57297052 36.06058957 36.54820862 37.10548753 37.63954649 38.22004535
38.75410431 39.33460317 39.86866213 40.40272109 40.96 41.51727891
42.02811791 42.56217687 43.09623583 43.63029478 44.16435374 44.67519274
45.2092517 45.7200907 46.25414966 46.78820862 47.32226757 47.90276644
48.4368254 48.97088435 49.48172336 49.9693424 50.50340136 51.03746032
51.61795918 52.1752381 52.73251701 53.28979592 53.84707483 54.40435374
54.9384127 55.47247166]

Throughout the analysis, the mel spectrogram of following are the sounds captured by PyAudio analysis systems for a machine learning experiment. To conduct the experiment, the sound produced by Moscow City Traffic is first converted into a digital signal using a microphone. The sound is filtered using the resonant frequency determined by the spectral measurement. The real-time measurement results show the tones, including amplitude and frequency.

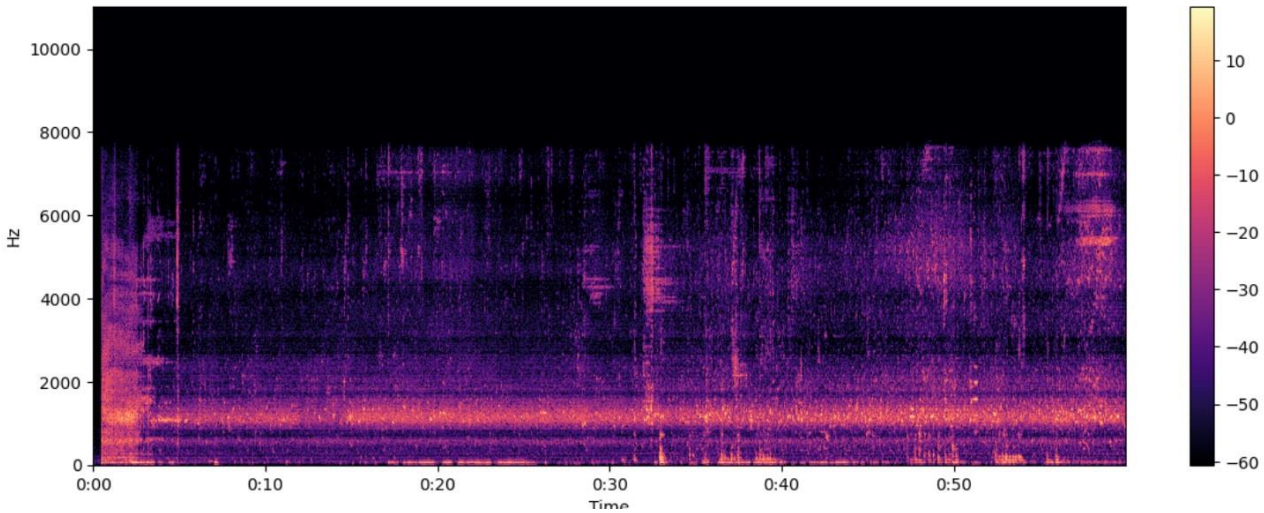

Fig. 5: Sound data of amplitude and frequency for Moscow city traffic.

Conclusion:

The Zero crossing rate (ZCR) analysis of traffic noise recordings in Moscow and Dhaka showed significant differences in their acoustic profiles. These variations reflect the inherent differences in traffic density, vehicle type, road conditions, and urban planning between the two cities. Typically covered with a higher ZCR value, indicates a more chaotic and noise-intensive traffic environment, possibly due to frequent honking, mixed vehicle types, and less controlled traffic flow. In contrast, Moscow's lower ZCR value 147164 than Dhaka higher ZCR value 237016 suggests a relatively smoother and more controlled traffic pattern in Moscow city. These insights highlight how zero crossing rate analysis can serve as an effective tool for understanding urban noise pollution and assessing noise pollution in various metropolitan areas.

References:

1. S. Chitsaart, S. Rianmora, M. R. Areyagon and V. Namjaiprasert “Automatic generation of CNC code for milling machine", International Journal of Scientific Research and Innovation, volume 1. 7 No. 12, 2013. pp. 2607-2613, 2013.

2. S.I. Gvozdkova, L.E. Schwarzburg Reduction of energy losses by increasing the coefficient power // Vestnik MSTU "STANKIN", No. 2 (2012), pp. 32-36.

3. Song, P.; Lu, W.; Hu, H.; Zhang, Y.; Chen, M.; Yang, P. A Bayesian approach to predicting explosion-induced damage to a high rocky slope using vibration and sound data. Sensors 2021, 21, 2473. [Cross-reference] [PubMed].

4. L.E. Schwarzburg Analysis of energy security of technological processes. //Vestnik MSTU "STANKIN", No. 4 (2010), pp. 98-105.

5. Diana, S.; Ileana-Constanza, R. Using the feature extraction algorithm in the development of applications for echo detection in real time. In Proceedings of the 2013 eHealth and Bioengineering Conference (EHB), Iasi, Romania, November 21-23, 2013; pp. 1-4.

6. Martinov G.M. The CNC system "Axiom Control": prospects for development in the field of global trends // Vestnik MSTU "STANKIN", № 1(44), 2018. c. 106-110.

7. Tanuska, P.; Spendla, L.; Kebisek, M.; Duris, R.; Stremi, M. Intelligent anomaly detection and forecasting for maintenance of the assembly process in accordance with Industry 4.0. Sensors 2021, 21, 2376. [Cross-reference] [PubMed].

8. Martinov G.M., Martynova L.I. Formation of a basic CNC computing platform for building specialized control systems // Vestnik MSTU "STANKIN", № 1(24), 2014, pp. 92-97.

9. Li Qiang and PI Zhimou “Research on recognizing the condition of CNC milling machine spindle bearings based on noise monitoring”, Second International Conference on Digital Manufacturing and Automation 2011, pp. 1019-1021, 2011.

10. Kuo, S.-V.; Raykhani, U.; Peng, S.-Y. Sound detection of a CNC milling machine with an integrated system. In Proceedings of the 2020 International Symposium on Computers, Consumers and Management (IS3C), Taichung, Taiwan, November 13-16, 2020; pp. 130-133.

11. Shrenika, R.M.; Chikmat, S.S.; Kumar, A.V.R.; Divyashri, Y.V.; Swami, R.K. Contactless water level monitoring system implemented using LabVIEW and Arduino. In the proceedings of the 2017 International Conference on the latest Achievements in the field. Electronics and Communication Technologies (ICRAECT), Bangalore, India, March 16-17, 2017; pp. 306-309.

Md Shafikul Islam - Assistant Professor, Department of Computer Science and Engineering.Uttara University, Dhaka, Bangladesh, shafik.cse@gmail.com.

Schwarzburg Leonid Efraimovich - Head of Department, Department of Engineering Ecology and Life Safety, Moscow State Technological University “STANKIN”, Moscow, Russia, l.shvarzburg@stankin.ru.

УДК: 66.012-52, 004-021, 697.922

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

ALGORITHM OF AUTOMATIC CONTROL OF PURIFICATION CAPACITY OF THE WORKING ZONE AIR PURIFICATION SYSTEM

Тихонова Ю.В.

Tikhonova Y.V.

Аннотация: в настоящей работе представлена структурная схема алгоритма, которая обеспечивает автоматическое управление очистной производительностью посредством перераспределения воздушных потоков путем изменения сечения воздуховодов.

Abstract: This paper presents a structural scheme of an algorithm that provides automatic control of purification capacity by redistributing airflows by varying the cross-section of ducts.

Ключевые слова: воздух рабочей зоны, очистная производительность, управление, алгоритм управления, сечение воздуховодов.

Keywords: working zone air, purification capacity, control, control algorithm, duct cross-section.

В процессе осуществления технологических процессов, в том числе процессов механообработки, воздух в рабочей зоне загрязняется мелкими твердыми отходами (взвесями-примесями), которые образуются в результате износа за счет контактного взаимодействия между инструментом и заготовкой. Кроме того, воздух может быть загрязнен химическими веществами, которые выделяются при использовании смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Во время механической обработки в зоне резания возникает высокая температура, что приводит к разложению СОЖ на составные компоненты (термодеструкция СОЖ).

Поэтому крайне важно предусмотреть эффективную систему очистки воздуха в рабочей зоне, чтобы соответствовать нормам безопасности для работников и улучшить их комфорт на рабочем месте [1].

В производственных цехах, в том числе в цехах механообработки, используются системы очистки воздуха, в которых используется единое вытяжное устройство, распределяющее поток воздуха через локальные воздуховоды, подведенные к каждому рабочему месту.

Общий воздушный поток **ΦΣ** является константой, определяемой техническими характеристиками вытяжного устройства, и формируется как сумма воздушных потоков локальных воздуховодов **Φi**, установленных над каждым рабочим местом **i.**

$$\Phi\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \Phi i \ - \text{const}$$

Мощность такого потока, а также его скорость зависят исключительно от технических характеристик вытяжного устройства, а воздушный поток в локальных воздуховодах зависит

от их количества и геометрии, а не от реальных загрязнений на рабочих местах. Соответственно и очистная производительность зависит от этих характеристик, а не от количества загрязнений.

Как показали экспериментальные исследования [2], величину воздушного потока, а значит и очистную производительность (соотношение массы удаленного загрязнения на единицу времени), можно менять, изменяя площадь сечения воздуховода: перекрывая один воздуховод, т.е. уменьшая площадь его сечения тем самым увеличивая скорость движения воздуха в другом воздуховоде, таким образом регулируя очистную производительность в зависимости от реальных загрязнений. Площадь в воздуховодах можно менять с помощью встроенных в системы очистки воздуха клапанов-регуляторов. Условно можно выделить несколько типов клапанов: дроссель-клапаны, в которых полотно заслонки зафиксировано на оси и поворачивается в зависимости от требуемой пропускной способности, ирисовые клапаны – клапаны, которые состоят из диафрагмы, и шибер – запорно-регулирующее устройство, в котором воздух в воздуховоде перекрывается регулируемой задвижкой [3,4].

Экспериментальные исследования проводились на модели традиционной системы очистки воздуха (см. рис. 1).

Рис. 1. Упрощенная модель традиционной системы очистки воздуха
(**1** – вытяжное устройство, **2** – циклон, **3** – общий воздуховод, **4-6** – локальные воздуховоды с шиберными задвижками)

При исследованиях площадь сечения воздуховода изменяется в зависимости от положения шиберной задвижки, выступающей в роли клапана.

Приведенная ниже блок-схема (см. рис. 2) описывает алгоритм для управления очистной производительностью посредством изменения сечения площади воздуховодов на примере двухканальной системы очистки воздуха рабочей зоны (описание алгоритма для понимания принципа действия системы очистки воздуха рабочей зоны осуществлено на примере двухканальной системы очистки воздуха).

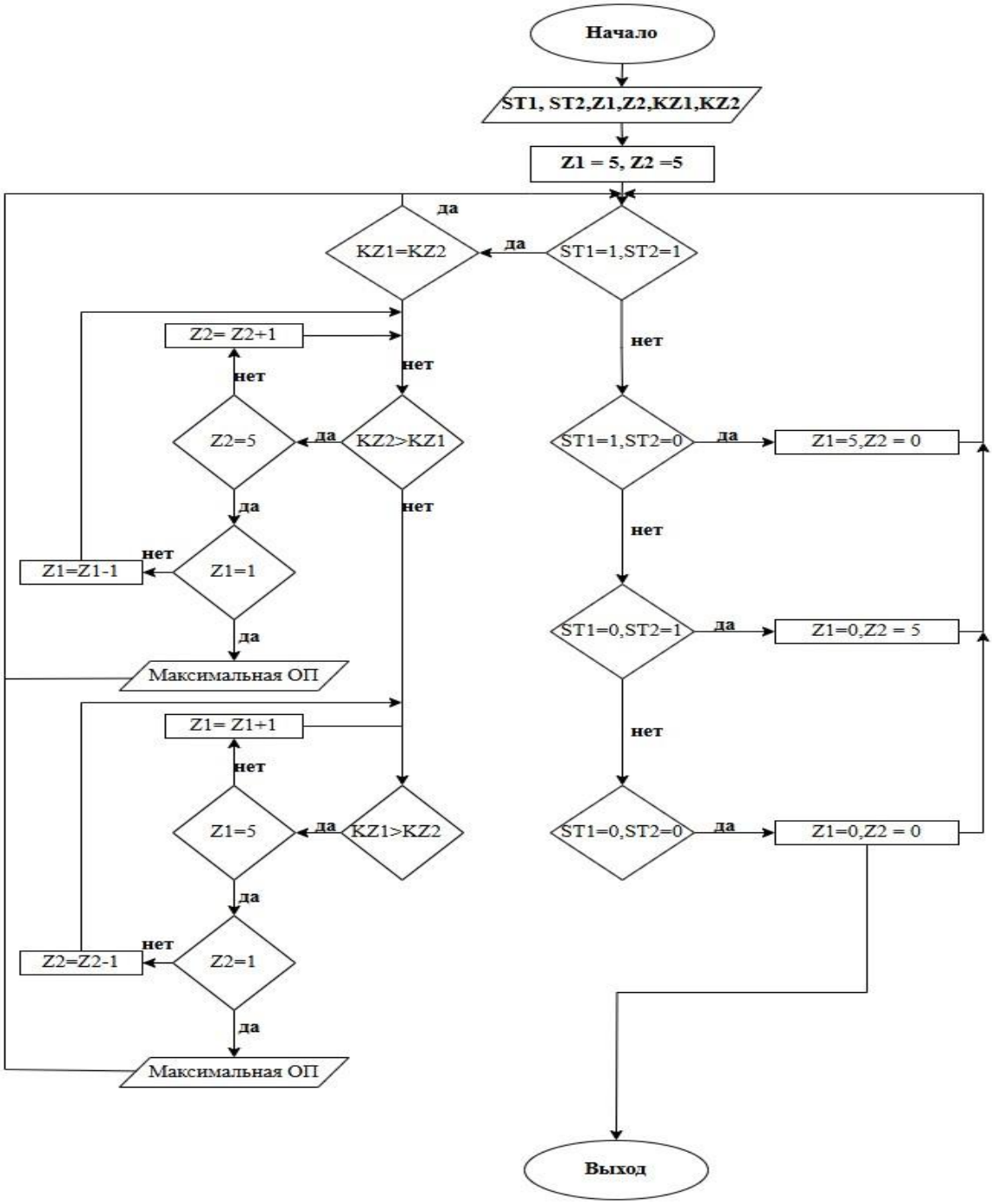

Рис. 2. Блок-схема для алгоритма автоматического управления очистной производительностью

Диаметр сечения воздуховода – 5 сантиметров, задвижка меняет свое положение частично или полностью перекрывая сечение воздуховода, тем самым уменьшая или увеличивая его площадь.

В начальных условиях имеем такие переменные:

ST1 и ST2 – обозначающие соответственно 2 станка, к которым подведены воздуховоды.

Z1 и Z2 – переменные, обозначающие заслонки в воздуховодах подведенных к первому и второму станку соответственно.

KZ1 и KZ2 – переменные, обозначающие концентрацию загрязнений, которую улавливают датчики загрязнения в первом и втором воздуховодах.

Переменным Z1 и Z2 присваивается значение «5», что показывает, что задвижки на обоих воздуховодах полностью открыты.

Следуя алгоритму, необходимо проверить находятся ли станки ST1 и ST2 в включенном состоянии. При условии, что оба станка включены, переменным ST1 и ST2 присваивается значение «1», и требуется проверить концентрацию загрязнения воздуха рабочей зоны KZ1 и KZ2 на обоих станках и сравнить величины. Если концентрации загрязнения KZ1 и KZ2 равны, то проверка начинается заново, с момента определения активности станков, до тех пор, пока соотношение показатели концентрации загрязнения KZ1 и KZ2 не изменятся. Если датчики концентрации загрязнения передают данные, где концентрация загрязнения на втором станке больше концентрации загрязнения на первом станке, т.е., KZ2>KZ1, то необходимо проверить открыта ли заслонка во втором воздуховоде полностью, т.е. присвоено ли Z2 значение «5» (5 сантиметров – максимальный диаметр сечения воздуховода, при полностью открытой задвижке). Если заслонка не открыта на максимум, а, следовательно, значение параметра Z2 меньше «5», то, следуя алгоритму параметр Z2 должен увеличиться на единицу Z2= Z2+1. Это действие повторяется до тех пор, пока соотношение концентрации загрязнения не изменится, либо пока параметр Z2 не станет равен пяти, что будет означать, что дальше увеличить очистную производительность путем воздействия исключительно на заслонку Z2 во втором воздуховоде невозможно. При условии, что концентрация загрязнения у второго станка все еще превышает концентрацию загрязнения у первого станка и заслонка во втором воздуховоде открыта на полную в соответствии с блок-схемой необходимо проверить положение заслонки Z1 на первом станке, чтобы скорректировать очистную производительность. При условии, что заслонка в первом воздуховоде не закрыта полностью и значение Z1 соответственно больше единицы (минимально открытое положение) необходимо уменьшить значение переменной Z1 на «1», тем самым уменьшая сечение площади воздуховода посредством

изменения положения задвижки. Таким образом путем перераспределения воздушных потоков уменьшится очистная производительность в первом воздуховоде, но увеличится во втором. В случае если одновременно Z2 =5 и Z1 = 1, что означает, что задвижка на втором воздуховоде полностью открыта, а на первом закрыта до минимального значения и концентрация загрязнения Z2 все еще больше, то увеличить очистную производительность возможно повышением мощности вытяжного устройства, а путем перераспределения воздушных потоков достигнута максимальная очистная производительность. После завершения каждого действия проверка начинается заново. В случае, если концентрация загрязнений KZ1 на первом станке превосходит концентрацию загрязнений KZ2 на втором станке, то повторятся предыдущие действия, то есть очистная производительность в первом воздуховоде увеличивается за счет увеличения площади сечения в первом воздуховоде, т.е., Z1 = 5 и, при необходимости, уменьшении площади сечения во втором воздуховоде, до минимального, т.е., Z2 = 1. Значения Z1 и Z2 отражают положения заслонки – от «1», т.е. минимально открытой, до «5» , т.е. максимально открытой. В случае если Z1 =5 и Z2 = 1, то увеличить очистную производительность возможно повышением мощности вытяжного устройства, а путем перераспределения воздушных потоков достигнута максимальная очистная производительность.

В случае если один из станков не активен, то переменной ST1 или ST2, в зависимости от того, какой станок не активен присваивается значение «0». Таким образом ST1=1 и ST2=0 или ST1=0 и ST2=1, где значение «1» присваивается активному станку, а значение «0» неактивному станку. В таких случаях целесообразно для экономии энергии и ресурсов закрывать полностью задвижку на неактивном станке и открывать на активном, что приведет к максимальной очистной производительности на активном станке, обеспечивая наилучшие условия для работника.

В случае, когда оба станка неактивны – задвижки соответственно находятся в закрытом положении.

Таким образом из представленной блок-схемы и алгоритма наглядно показано как можно реализовать автоматическое управление системой очистки воздуха путем перераспределения воздушных потоков на примере двухканальной системы воздуховодов.

Библиографический список

1. Шварцбург Л.Э., Вихарев А.С. Управление производительностью локальных систем очистки воздуха. Экология и промышленность России. 2017;21(1):4-7.

2. Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на транспорте: сборник трудов молодых ученых и

специалистов транспортной отрасли с международным участием, VII выпуск. – М.: ВНИИЖГ – 2025. – 290 с.

3. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2005. 399 с.

4. Новиков В. Т. Оборудование и основы проектирования систем охраны окружающей среды. Ч 2. Состав, монтаж и проектирование очистных установок и вентиляции: учебное пособие. Томск.: Издательство Томского политехнического университета, 2010. 302 с.

Тихонова Юлия Вячеславовна – аспирант каф. ИНЭБ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", esha_92@mail.ru.

УДК 62-784.43

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED AIR PURIFICATION MODULE

Фахрутдинов Т.Р., Шварцбург Л.Э.

Fakhrutdinov T.R., Schwartzburg L.E.

Аннотация: В данной статье рассматривается техническое решение по улучшению аппаратов и агрегатов по очистке воздуха, путем разработки модуля системы управления установки, на основе получения данных о состоянии окружающего воздуха.

Abstract: This article discusses a technical solution for improving air purification devices and units by developing a control system module for the installation based on obtaining data on the state of the ambient air.

Ключевые слова: Автоматизация, модуль системы управления, очистка воздуха, датчик, микроконтроллер.

Key words: Automation, control system module, air purification, sensor, microcontroller.

Описание аггрегата

В ходе работы в качестве тестовой установки был выбран агрегат АПР-1200 (см рис 1) – это агрегат относится к промышленным ротационно-инерционным применяется преимущественно для очистки сухой неслипающейся пыли. Используется в системах вентиляции и аспирации для улавливания крупных и средних частит от PM10.

Агрегат осуществляет двухступенчатую очистку воздуха: на первой ступени – циклонным элементом, на второй – рукавным фильтром. Предварительная очистка воздуха производится в встроенном циклонном элементе. Мелкая пыль захватывается фильтровальным мешком из импортного иглопробивного, каландрированного материала на основе полиэфирных тканей или кассетой из фильтровальной бумаги класса F9. Уловленная пыль оседает в контейнер, расположенный в нижней части корпуса агрегата. Температура очищаемого воздуха не должна превышать 40°C. [1]

В ходе проведения анализа установки было выявлен ряд технических возможностей для улучшения:

1. Создание системы контроля загруженности емкости сбора пыли
2. Улучшение систем электропитания (замена устаревших частей)
3. Улучшение шумоподавления путем замены шум подавляющего материала
4. Создание модуля системы управления установки на основе датчика контроля окружающего воздуха

5. Создание SDATA системы для дистанционного контроля установки, и мониторинга ее работы.

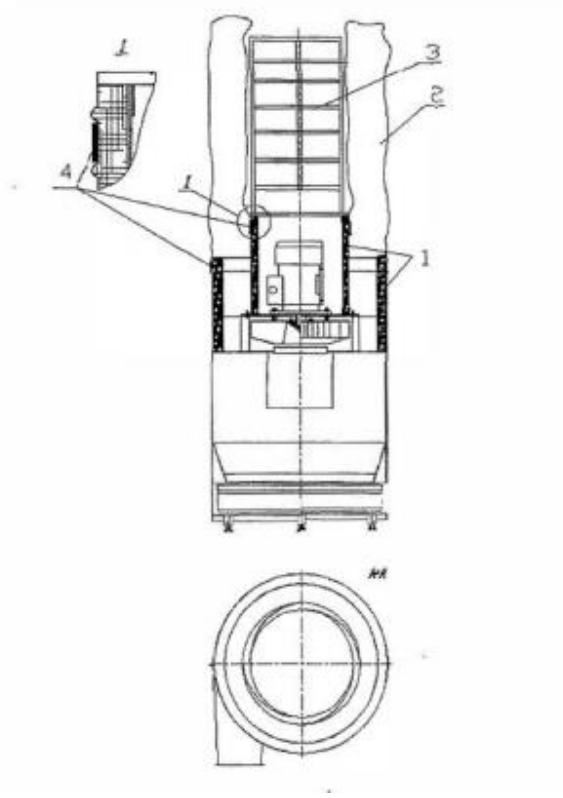

Рис 1 Упрощенная схема АПР -1200 1- шумоглушитель 2 – фильтрующий элемент 3 – опорная рама 4 – плоский кольцевой ремень.

Для проведения модернизации был выбран вариант под номером 4, так как исходя из проведения теоретического анализа он приносит наиболее наилучший экологический и экономический результат. Дает преимущества в экономии электроэнергии в результате отсутствия необходимости работы в экологически неэффективных средах, без участия человека самостоятельно осуществляет контроль подачи электропитания при загрязнении воздуха.

Программное и аппаратное обеспечение

Для выполнения технической задачи по созданию модуля системы управления очистки воздуха было необходимо выбрать систему контроля. В ходе исследований доступных вариантов был выбран микроконтроллер Arduino UNO (см рис 2) имеющий ряд преимуществ таких как: гибкость настройки, простота в обращении, большая документная база для разрешения технических задач, понятный язык программирования, основанный на C/C++.[2]

В качестве датчика контроля окружающего воздуха был выбран датчик оптический датчик контроля пыли GP2Y1010AU0F (см рис 3). Данный датчик эффективен в обнаружении очень мелких частиц, и обычно используется в системах очистки воздуха, имеет необходимыми техническими характеристиками (Таблица 1) для нашей технической задачи.

Рис 2. Arduino UNO

Рис 3. Датчик пыли GP2Y1010AU0F

Таблица 1.

Технические характеристика датчика

Напряжение питания	5-7V
Рабочая температура	-10-65 C
Ток потребления	20 мА max
Размер обнаруживаемой частицы	2.5 PM

Чувствительность	0.5V / (0,1 мг / м 3)
Напряжение при чистом воздухе	0.9V
Температура хранения	-20 80
Размер	: 46мм 30мм 17.6mm

Принцип работы: Инфракрасный диод и фототранзистор расположены по диагонали и способствуют обнаружению отраженного света частиц пыли в воздухе. Выходной сигнал датчика представляет собой аналоговое напряжение пропорциональное измеренной плотности пыли. Датчик имеет очень низкое энергопотребление (20 мА максимально, 11 мА среднее).

Для использования схемы устройства необходимо программное обеспечение, средой для ее написания является Arduino IDE. На ее основе написан программный код, в котором расписаны наши заданные параметры и пределы, для регулирования и запуска модуля системы управления.[3]

Схема модуля системы очистки воздуха

В ходе проведенных технических исследований была создана схема (см рис 4)на базе микроконтроллера Arduino UNO.

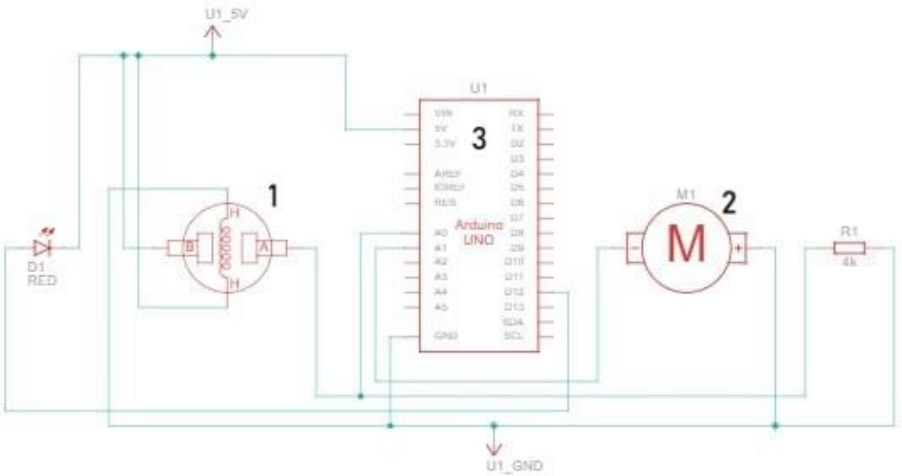

Рис 4 Схема модуля системы управления 1 – датчик контроля воздуха 2 – подключение к реле двигателя 3 – микроконтроллер Arduino UNO

Датчик функционирует на основе инфракрасного излучения и фотодиода, фиксирующего отражённый свет, рассеянный частицами пыли. Аналоговый сигнал, формируемый на выходе датчика, пропорционален концентрации загрязнений в воздухе и поступает на один из аналоговых входов

микроконтроллера. Для корректной работы оптической части датчика в цепи используется токоограничивающий резистор номиналом 4 кОм. Электропитание сенсора и управляющей электроники осуществляется от стабилизированного источника постоянного напряжения 5 В, при этом общая точка системы объединяется по шине GND.(см рис 5)

После оцифровки входного сигнала и сравнения его с заранее заданным пороговым уровнем загрязнённости, микроконтроллер принимает решение о необходимости запуска очистной установки. Поскольку АПР 1200 представляет собой мощную трёхфазную нагрузку, управление её включением реализовано через три независимых силовых электромагнитных реле, каждое из которых замыкает один из фазных проводников. Таким образом обеспечивается полноценное подключение трёхфазной цепи к нагрузке с соблюдением требований по безопасности. Управляющие сигналы на реле подаются с трёх выходов микроконтроллера, что позволяет независимо контролировать состояние каждой фазы.

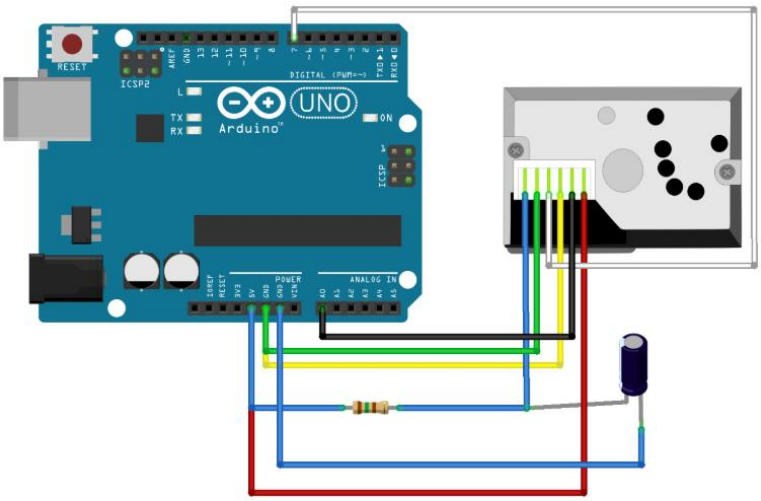

Рис 5. Схема подключения датчика к микроконтроллеру

Для визуального контроля режима работы системы в схеме предусмотрен светодиодный индикатор, отображающий факт активации установки. Светодиод подключён через токоограничивающий резистор и управляется отдельной цифровой линией микроконтроллера.

Таким образом, представленная система представляет собой устройство контроля загрязнённости воздуха с возможностью автономного запуска трёхфазной очистной установки в ответ на превышение допустимого уровня загрязнений.

Заключение

Разрабатываемая система предназначена для автоматизированного управления промышленной установкой АПР 1200, предназначенной для очистки воздуха от взвешенных частиц. В основе конструкции лежит микроконтроллер Arduino Uno, обеспечивающий обработку данных и формирование

управляющих воздействий на исполнительный механизм. В качестве чувствительного элемента применён оптический датчик пыли GP2Y1010AU0F, осуществляющий непрерывный мониторинг содержания аэрозольных частиц в воздушной среде.

Использование микроконтроллера и стандартных компонентов позволяет достичь высокой надёжности, низкой стоимости и простоты масштабирования, что делает решение применимым в различных промышленных и лабораторных условиях.

Библиографический список

1. Махов, А. А. Средства автоматизации и управления. Управление электродвигателями в Arduino-проектах: учебное пособие / А. А. Махов, П. Е. Корнеев, Л. С. Французова. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 125 с. — ISBN 978-5-4497-2190-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/130268.html (дата обращения: 03.05.2025).

2. Боровский, А. С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах: учебное пособие / А. С. Боровский, М. Ю. Шрейдер. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 113 с. — ISBN 978-5-7410-1853-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/78913.html (дата обращения: 03.05.2025).

3. Макаров, С. Л. Arduino Uno и Raspberry Pi 3: от схемотехники к интернету вещей / С. Л. Макаров. — Москва: ДМК Пресс, 2019. — 204 с. — ISBN 978-5-97060-730-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124533.html (дата обращения: 03.05.2025).

Фахрутдинов Талгат Рафисович – студент, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (МГТУ «СТАНКИН»), fahrutdinovtalgat2000@yandex.ru.

Шварцбург Леонид Эфраимович – д. т. н., проффесор, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (МГТУ «СТАНКИН»), заведующий кафедрой ИНЭБ, lesh@stankin.ru.

УДК 681.5.01

ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЕЙ И ПАРАМЕТРАМИ ПРИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ

PREDICTIVE MODELING OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS EMISSIONS USING TRAJECTORY AND PARAMETER CONTROL IN THREE-DIMENSIONAL LAYER-BY-LAYER PRINTING

Шарара Симбараше

Sharara Simbarashe

Аннотация: Трехмерная печать методом послойного наплавления широко используется для создания прототипов и производства изделий из пластика благодаря своей доступности и универсальности. Однако при термическом разложении термопластов в процессе экструзии образуются летучие органические соединения, которые токсичны не только для здоровья, но и для окружающей среды. В этом исследовании разработана прогнозная эмиссионная модель для прогнозирования выбросов летучих органических соединений с точки зрения температуры экструзии, времени нахождения и геометрии траектории движения инструмента при трехмерной печати методом послойного наплавления. Используя методы конечных разностей и эмпирические данные о выбросах, мы моделируем температурные профили и рассчитываем выделение летучих органических соединений. Модель позволяет безопасно настраивать параметры для снижения выбросов при сохранении качества печати.

Abstract: Fused Deposition Modeling three-dimensional printing is widely used for prototyping and manufacturing due to its affordability and versatility. However, thermoplastics thermal decomposition during extrusion produces volatile organic compounds, which are not only toxic to health but also to the environment. In this study, a predictive emission model is developed to predict volatile organic compounds emissions in terms of extrusion temperature, residence time, and toolpath geometry in fused deposition modelling three-dimensional printing. Using finite difference methods and empirical emission data, we simulate thermal profiles and compute volatile organic compounds release for polylactic acid (PLA) and acrylonitrile butadiene styrene (ABS). The model allows for safe parameter tuning to lower emissions while maintaining print quality.

Ключевые слова: трехмерная печать методом послойного напыления, выбросы летучих органических соединений, тепловое моделирование, прогнозирование выбросов, оптимизация параметров, экологическая безопасность, моделирование траектории инструмента.

Keywords: fused deposition modelling, VOC emissions, thermal modelling, emission prediction, parameter optimization, environmental safety, toolpath simulation.

Воздействие технологии аддитивного производства на окружающую среду становится все более важным, поскольку её применение расширяется в промышленных, образовательных и домашних условиях. Трехмерная печать методом послойного наплавления, технология, включающая послойное наплавление термопластиков, подвергает полимеры воздействию высокой температуры, что приводит к тепловой деградации и выделению летучих органических соединений, таких как стирол, формальдегид и ацетальдегид. Эти вещества имеют серьезные последствия для здоровья, особенно в закрытых или недостаточно проветриваемых помещениях, что приводит к проблемам с дыханием и возможному долгосрочному риску. Несмотря на прогресс в области аппаратного обеспечения для повышения скорости и качества печати, вопросы безопасности с выбросами остаются менее решенными, что требует креативных решений для предотвращения экологических и промышленных рисков.

Несколько исследований охарактеризовали профили эмиссии термопластиков, используемых в моделировании методом послойного наплавления, таких как АБС, ПЛА и PETG. О выделении высокой концентрации стирола из АБС во время стандартных условий печати сообщили Азими [1] и Стейнле [2]. Выделение стирола имело огромную корреляцию со скоростью экструзии и температурой сопла. Среди таких усилий по повышению экологической безопасности в трёхмерной печати — использование систем фильтрации [3], модернизированного корпуса и пассивной вентиляции. Однако минимизация эмиссии с помощью управления с учетом параметров, особенно на этапе нарезки, все еще остается неисследованной областью. Существующие слайсеры (например, Cura, PrusaSlicer) не включают тепловые или химические модели эмиссии, и, следовательно, существует возможность для генерации G-кода, оптимизированного по эмиссии, на основе модели. Интегрируя термофизические модели в реальном времени, метод прогнозирует скорость эмиссии как функцию температуры экструзии, времени нахождения и геометрии траектории инструмента, чтобы обеспечить безопасные стратегии нарезки. Это новая парадигма промышленной и экологической безопасности, которая соответствует новым требованиям устойчивого производства. Кроме того, прогностическая модель служит основой для автоматизированного управления параметрами, так что динамическое управление в печати становится возможным для повышения экологической безопасности, как это делается в текущих диссертационных исследованиях по оптимизации моделирования наплавления посредством автоматизации.

Методология

Метод состоит из четырех важных шагов:

1. Анализ G-кода: моделирование начинается с обработки стандартного файла G-кода, сгенерированного любой из программ нарезки (например, Cura, PrusaSlicer). Анализатор

считывает файл построчно организованным образом, чтобы извлечь значимые команды:

Команды G1: указывают линейные интерполированные движения с экструзией или без нее.

Команды M104/M109: устанавливают и поддерживают температуру хотэнда.

F-параметры: сохраняют скорость подачи (мм/мин), преобразованную в скорость печати.

E-значения: отслеживают длину экструзии и позволяют разделять перемещения и перемещения печати. Выходя из этого шага — упорядоченный список по сегментам экструзии с помеченными геометрическими и термическими свойствами.

2. Извлечение параметров: для каждой команды экструзии извлекаются следующие данные:

• Начальное и конечное положение (X, Y)

• Температура экструзии (из команд M104 или M109 или путем вывода значения по умолчанию) (например, 220°C для ПЛА)

• Скорость печати (F) преобразуется из мм/мин в мм/с (например, F3000 = 50 мм/с).

• Длина экструзии (E)

• Угол поворота (θ): для каждого набора из трех последовательных точек траектории (предыдущей, текущей, следующей) вычисляется угол между направлениями движения. Если точка 1 имеет координаты (x_1, y_1), точка 2 (x_2, y_2), а точка 3(x_3, y_3), то угол θ определяется между линиями от точки 1 к точке 2 и от точки 2 к точке 3 с помощью стандартной формулы для угла между двумя направлениями:

$$\cos\theta = \frac{(x_2-x_1)(x_3-x_2)+(y_2-y_1)(y_3-y_2)}{\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}\cdot\sqrt{(x_3-x_2)^2+(y_3-y_2)^2}} \quad (1)$$

Углы более 45° указывают на резкие повороты, увеличивающие время пребывания из-за замедления экструдера.

3. Расчет выбросов: скорость выбросов для каждого сегмента оценивается с помощью модели Аррениуса, зависящей от температуры

$$\mathrm{k} = \mathrm{A}\cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}\cdot\left(1+\alpha\cdot\frac{v_0-v}{v_0}+\beta\cdot\theta\right) \quad (2)$$

где A – Предэкспоненциальный множитель (специфичный для материала);

E_a – Энергия активации (Дж/моль)

R – Универсальная газовая постоянная (8,314 Дж/моль К)

T – Температура экструзии в Кельвинах

v – скорость печать (мм/с)

v_0 – номинальная скорость (например, 50 мм/с)

α – коэффициент корректировки скорости

θ – угол поворота (радианы), вычисленный в предыдущем шаге

β – коэффициент корректировки кривизны

Каждый сегмент G-кода вносит вклад в общий объем выбросов летучих органических соединений, рассчитанный на основе его продолжительности и расчетной интенсивности выбросов.

Общий выброс для сегмента: $E_{seg} = R \cdot t$

где t $= \frac{L}{v}$, резкие повороты ($\theta > 45$) увеличивают выбросы, так как замедление экструдера увеличивает время нагрева нити.

4. Визуализация и анализ: Значения выбросов агрегируются и визуализируются вдоль траектории инструмента для выявления областей с высоким риском. Эти сведения информируют о стратегиях настройки параметров для снижения выбросов летучих органических соединений, таких как сокращение времени нахождения и регулировка температур.

Результаты

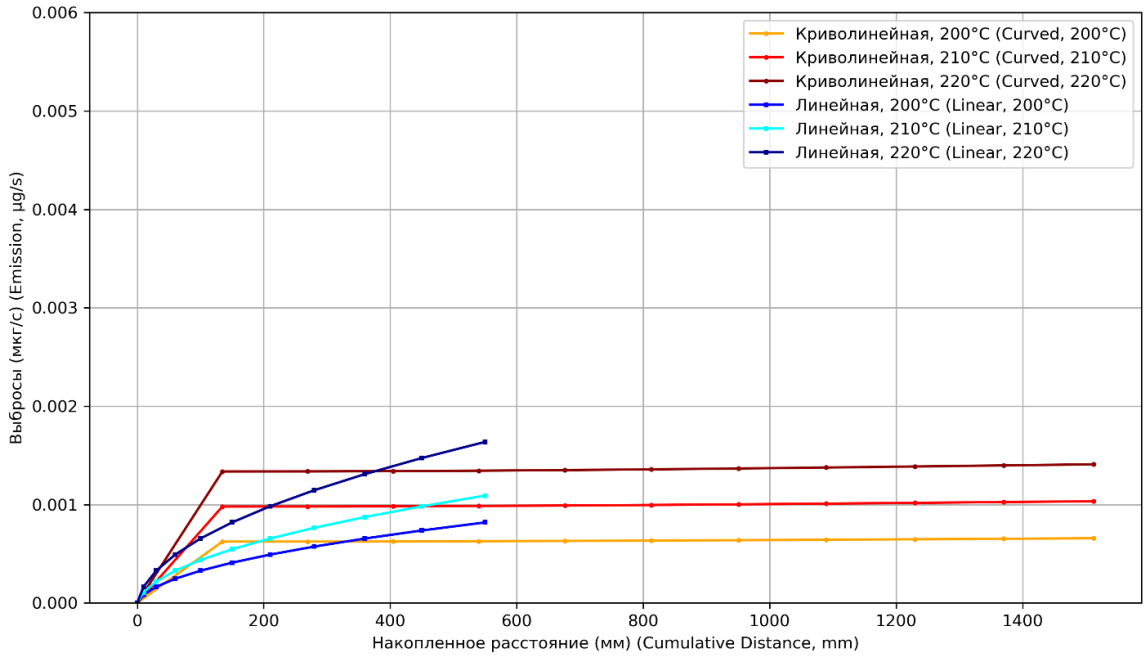

Рис. 1. Прогнозируемые выбросы летучих органических соединений по траектории

Линейные и криволинейные траектории инструмента были смоделированы при температурах 200°C, 210°C и 220°C с использованием материала PLA. На рисунке 2 показаны расчетные выбросы летучих органических соединений в микрограммах в секунду (мкг/с) в зависимости от совокупного расстояния. Самые высокие выбросы для закругленной траектории инструмента (юбка G-кода) составляют 0,002 мкг/с при 200°C, 0,003 мкг/с при 210°C и 0,005

мкг/с при 220°C для изменений направления (около 5–10 мм), где время пребывания увеличивается, что приводит к деградации. Общие выбросы составили около 0,007 мкг/с, 0,011 мкг/с и 0,015 мкг/с соответственно для указанных температур. Прямолинейная траектория инструмента (линейная траектория инструмента) с постоянной скоростью (3000 мм/мин) имеет более стабильные выбросы: 0,0015 мкг/с, 0,002 мкг/с и 0,003 мкг/с при соответствующих температурах, с общими значениями 0,0045 мкг/с, 0,006 мкг/с и 0,009 мкг/с. Повышение температуры на 10°C увеличило выбросы на 50–60% для обеих траекторий инструмента, а криволинейная траектория инструмента выделяет на 40–50% больше летучих органических соединений, чем линейная траектория инструмента из-за разницы во времени пребывания. Эти результаты характеризуют вклад геометрии траектории инструмента и температуры в выбросы, следовательно, требуя оптимизации параметров печати для снижения экологической опасности.

Заключение

Результаты, полученные в этом исследовании, подтверждают осуществимость интеграции термического и эмиссионного моделирования в процесс нарезки трёхмерной печати с моделированием послойного осаждения. Модель смогла смоделировать выбросы выбросов на криволинейных и сегментированных траекториях инструмента, продемонстрировав влияние локализованных тепловых условий и времени выдержки на высвобождение летучих органических соединений. Это понимание показывает, что помимо статической оптимизации параметров динамическая настройка на уровне сегментов предлагает многообещающий путь к снижению экологической опасности за счет разложения термопластика. Самое важное, что новая модель термической эмиссии формирует основу для автоматизации управления в 3D-печати с моделированием послойного осаждения. Благодаря параметризации зависимости температуры, скорости движения и выхода летучих органических соединений с помощью модели на основе Аррениуса это исследование позволяет прогнозировать выбросы в реальном времени. Прогнозы можно подключить к алгоритму управления, например, ПИД-регулятору или адаптивной системе обратной связи, для адаптивного управления температурой и скоростью экструзии, чтобы обеспечить снижение выбросов в реальном времени.

Модель предполагает равномерное распределение температуры в поперечном сечении нити, игнорируя радиальные градиенты и, возможно, недооценивая выбросы в областях с высокой тепловой инерцией. Она также предполагает постоянную скорость экструзии в сегменте, но могут происходить реальные изменения. Чтобы противодействовать этому, будущая работа может включать трехмерное тепловое моделирование и калибровку модели по экспериментальным измерениям, например, концентрации летучих органических соединений с помощью газовой хроматографии.

Библиографический список

1. Азими П. Выбросы ультрамелких частиц и летучих органических соединений от коммерчески доступных настольных трехмерных принтеров с различными нитями // Экологическая наука и технология. – 2016. – Т. 50, № 3. – С. 1260–1268. – DOI: 10.1021/acs.est.5b04983.

2. Штайнле П. Характеристика выбросов от настольного 3D-принтера и измерения качества воздуха в офисных условиях // Журнал профессиональной и экологической гигиены. – 2016. – Т. 13, № 2. – С. 121–128. – DOI: 10.1080/15459624.2015.1091957.

3. Ким Ю. Выбросы наночастиц и летучих органических соединений от 3D-принтеров: последствия для воздействия на человека и меры контроля // Экологическая наука и технология. – 2018. – Т. 52, № 18. – С. 10857–10866. – DOI: 10.1021/acs.est.8b03229.

4. Бирли П. Выбросы частиц и летучих органических соединений от экструдера нитей для 3D-принтера // Наука об окружающей среде. – 2020. – Т. 736. – С. 139604. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139604.

Шарара Симбараше – Аспирант, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», shackssharara@gmail.com.

УДК 621.7: 668.4

ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

PROSPECTS AND LIMITATIONS OF BIODEGRADABLE MATERIALS FOR ADDITIVE MANUFACTURING

Шварцбург Л.Э., Кулизаде Д.И., Скрипоченко В.С.

Schwarzburg L.E., Kulizade D.I., Skripochenko V.S.

Аннотация: В данной статье рассматривается технический и аналитический подход к оценке перспектив и ограничений использования биоразлагаемых полимеров в аддитивных технологиях, путем анализа их физико-химических характеристик, совместимости с методами 3D-печати, а также выявления ключевых барьеров и направлений их преодоления.

Abstract: This article presents a technical and analytical approach to evaluating the prospects and limitations of using biodegradable polymers in additive manufacturing. The study analyzes the physicochemical properties of such materials, their compatibility with various 3D printing methods, and identifies key challenges along with potential solutions for their broader implementation.

Ключевые слова: биоразлагаемые материалы, аддитивные технологии, 3D-печать, полилактид (PLA), полигидроксиалканоаты (PHA), устойчивое производство, композитные полимеры, FDM, экологичные материалы.

Keywords: biodegradable materials, additive manufacturing, 3D printing, polylactic acid (PLA), polyhydroxyalkanoates (PHA), sustainable production, composite polymers, FDM, eco-friendly materials.

В условиях глобального экологического кризиса и перехода к модели устойчивого развития особую значимость приобретает поиск решений, направленных на сокращение отходов, повышение эффективности использования ресурсов и минимизацию негативного воздействия промышленности на окружающую среду. Одним из таких решений становится применение аддитивных технологий, обладающих потенциалом к снижению материалоёмкости производства, энергоэффективности и точному дозированию ресурсов.

Особое внимание исследователей и инженеров сегодня сосредоточено на интеграции биоразлагаемых полимеров в процессы 3D-печати, как одного из направлений, способствующего формированию замкнутого производственного цикла. Это обусловлено рядом причин, отражённых в диаграмме Исикавы (рис.1.), среди них — технологическая совместимость материалов, экономическая эффективность, масштабируемость решений, а также возможности по утилизации и переработке образующихся отходов.

На фоне растущего внимания к вопросам утилизации и снижению углеродного следа, особое значение приобретает внедрение биополимеров в процессы 3D-печати. Среди наиболее востребованных материалов выделяется полилактид (PLA), получаемый из возобновляемого сырья и обладающий хорошей геометрической стабильностью и адгезией слоёв, что делает его удобным для FDM/FFF-технологий. Однако низкая термостойкость и ударная вязкость

ограничивают его применение в ответственных конструкциях. Полигидроксиалканоаты (PHA), синтезируемые микроорганизмами, демонстрируют высокий потенциал биоразложения и вариативность свойств, но требуют строгого температурного контроля. Полибутиленсукцинат (PBS) отличается гибкостью и прочностью, используется в смесях с PLA и перспективен для упаковки, но требует модификации для печати. Дополнительно исследуются такие материалы, как поликапролактон (PCL) с низкой температурой плавления и биогидрогели, применяемые в биомедицине, а также термопластичный крахмал (TPS), ограниченный по влагостойкости. Выбор конкретного материала зависит от требований к механическим, экологическим и технологическим характеристикам изделия. [1]

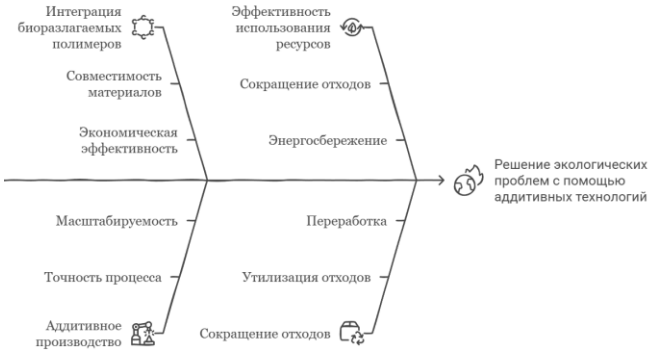

Рис.1. Причинно-следственная диаграмма (Исикавы) для оценки экологического потенциала 3D-печати.

Дополнительным критерием выбора материалов в аддитивных технологиях становится углеродный след, связанный как с производством, так и с утилизацией полимеров. PLA демонстрирует один из самых низких углеродных следов среди термопластов — около 0,5–0,8 кг CO_2-экв./кг, благодаря получению из возобновляемого сырья и возможности компостирования в промышленных условиях. PHA, несмотря на биооснову и способность разлагаться в естественной среде, характеризуется более высоким углеродным следом — в среднем 1,6–2,4 кг CO_2-экв./кг, что обусловлено энергозатратностью биосинтеза и низкими масштабами производства. PBS, являясь синтетическим полиэфиром, демонстрирует промежуточные показатели — около 1,9–2,1 кг CO_2-экв. /кг, в зависимости от используемого сырья и модифицирующих добавок. Сравнительный анализ этих значений представлен на рисунке 2.

Для наглядности, сравнение с широко используемым традиционным пластиком акрилонитрилбутадиенстиролом (ABS) показывает значительное преимущество биополимеров по экологическим параметрам. Углеродный след ABS составляет около 3,5–4,0 кг CO_2-экв. /кг, при этом он производится из нефтехимического сырья, не биоразлагается, при термической переработке выделяет токсичные соединения и требует особых условий утилизации. Кроме того, высокая термостойкость ABS сопровождается значительным энергопотреблением при

его переработке и формировании, что дополнительно снижает его экологическую привлекательность.

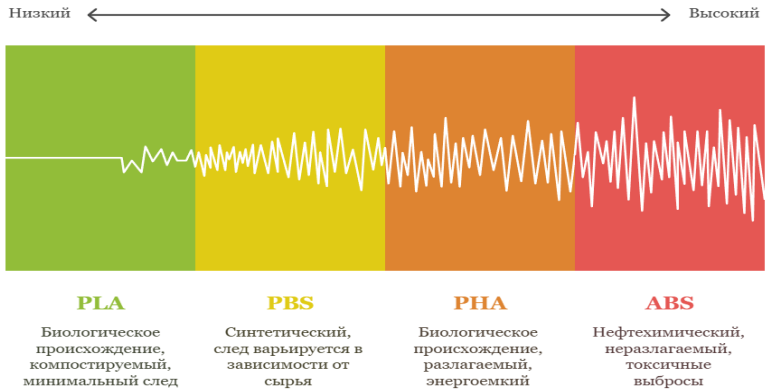

Рис.2. Сравнение углеродных следов полимеров в аддитивных технологиях

С точки зрения технологической совместимости с различными методами аддитивного производства, биоразлагаемые материалы демонстрируют различную степень адаптированности. PLA в силу стабильных параметров плавления и минимальной усадки является стандартом для FDM/FFF-печати, включая бюджетные и образовательные принтеры. PHA также может использоваться в FDM-системах, но требует точной настройки температурного режима из-за склонности к термической деструкции. PBS применяется в качестве сополимера или модификатора и также совместим с FDM, но нуждается в улучшении межслоевой адгезии. В биомедицинских задачах для технологий биопечати (extrusion-based bioprinting) активно применяются биогидрогели на основе альгинатов, гиалуроновой кислоты и PCL, обладающие низкой температурой плавления и биосовместимостью. Использование биополимеров в технологиях SLS и SLA пока ограничено из-за их низкой термостойкости и чувствительности к УФ-облучению, однако ведутся разработки по созданию фотополимеров на основе биоразлагаемых смол. Обобщённый спектр совместимости биоразлагаемых материалов с методами 3D-печати представлен на рисунке 3. [2]

Технологические ограничения применения биоразлагаемых полимеров обусловлены рядом факторов. Прежде всего, большинство таких материалов (в частности, PLA, PBS и PHA) обладают пониженной термостойкостью, что ограничивает возможность их использования в конструкциях, подверженных длительному тепловому воздействию. Кроме того, многие биополимеры характеризуются гигроскопичностью, вследствие чего требуется предварительная сушка перед печатью для предотвращения дефектов (например, пузырьков и расслоений). Отдельную проблему представляет механическая прочность, при всех экологических достоинствах PLA и PHA уступают традиционным пластикам (таким как ABS) по ударной вязкости и пределу прочности на изгиб.

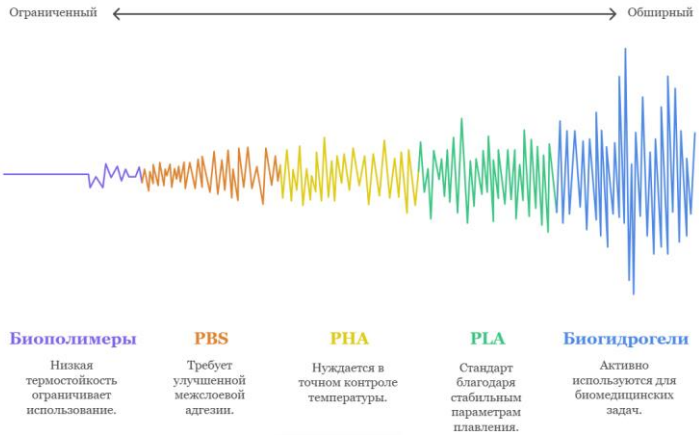

Рис.3. Спектр совместимости биоматериалов в различных методах аддитивного производства.

Ограниченная адгезия слоёв, особенно у PBS, а также высокая чувствительность к отклонениям в параметрах печати у PHA требуют модификации состава или дополнительной постобработки. Указанные технологические барьеры необходимо учитывать при выборе материалов и проектировании изделий, особенно в задачах, предполагающих эксплуатационную нагрузку и долговечность.

Экономические аспекты также играют существенную роль в процессе выбора материалов. Стоимость биоразлагаемых полимеров, особенно PHA, остаётся значительно выше по сравнению с традиционными термопластами. Это связано как с ограниченным объёмом производства, так и с энергоёмкими технологическими процессами биосинтеза и переработки. Высокая стоимость сырья и его модификации сдерживает широкое коммерческое применение данных материалов, особенно в массовом производстве, где ключевыми факторами остаются цена и масштабируемость. [3]

Для сравнения, на российском рынке средняя цена PLA составляет от 800 до 1200 руб./кг, в зависимости от производителя и модификаций. PBS, будучи менее распространённым, предлагается по цене от 1400 до 1800 руб./кг, преимущественно в виде импортных гранул или смесей. Наиболее дорогостоящим остаётся PHA — его стоимость в отечественных условиях может достигать 2500–3500 руб./кг, ввиду ограниченного локального производства и необходимости импорта. В то же время традиционные материалы, такие как ABS, доступны по цене от 600 до 850 руб./кг, что делает их более конкурентоспособными в промышленном сегменте. Сравнение средних цен на основные виды биоразлагаемых и традиционных полимеров представлено на рисунке 4.

Несмотря на очевидные экологические преимущества, биоразлагаемые материалы характеризуются рядом ограничений, связанных с условиями и скоростью их разложения. В большинстве случаев эффективное биоразложение достигается лишь в условиях промышленного компостирования при строго контролируемой температуре и влажности, тогда как в

естественной среде (почва, вода) эти процессы значительно замедляются. Это создаёт необходимость в создании специализированной инфраструктуры для сбора и переработки таких полимеров. Более того, недостаточная осведомлённость потребителей и отсутствие унифицированных стандартов маркировки усложняют процессы сортировки и утилизации.

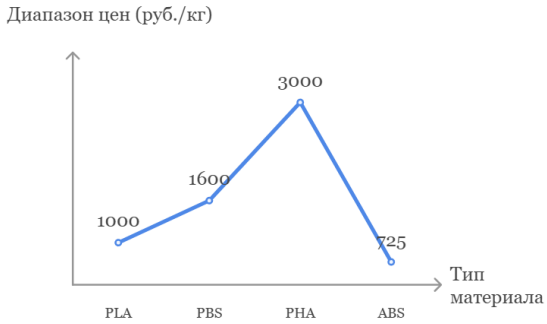

Рис.4. Сравнение цен на биопластики и ABS в России.

Для преодоления существующих барьеров активно развиваются направления, связанные с модификацией биополимеров, включая использование наночастиц, волокон и пластификаторов для улучшения механических свойств, адгезии и термостойкости. Значительный интерес представляют гибридные и композитные материалы, сочетающие свойства различных биоразлагаемых или биоосновных компонентов. [4] Одним из ключевых шагов в формировании эффективной экосистемы устойчивых материалов является стандартизация: внедрение чётких критериев биоразлагаемости, совместимости с методами печати и жизненного цикла изделий, а также разработка международных и национальных сертификационных систем. [5] Основные направления развития в данной области представлены на рисунке 4.

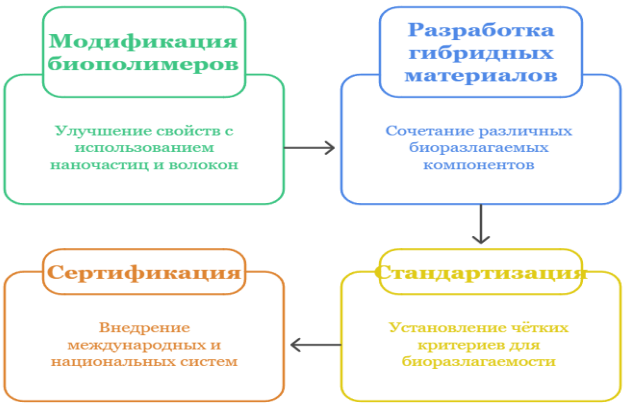

Рис.4. Перспективные направления развития биоразлагаемых материалов для аддитивного производства

Биоразлагаемые материалы обладают значительным потенциалом для интеграции в аддитивное производство, особенно в сферах, где приоритетны экологическая безопасность и кратковременный жизненный цикл изделий. Однако устойчивое их внедрение требует не только технологической адаптации, но и развития нормативно-правовой базы,

инфраструктуры утилизации и снижения экономических барьеров. Сочетание материаловедческих инноваций с экологическим регулированием формирует основу для формирования новой парадигмы производства — экологически ответственной и ресурсосберегающей.

Библиографический список

1. Антонова, В. С. Аддитивные технологии : учебное пособие / В. С. Антонова, И. И. Осовская. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 30 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102502.html (дата обращения: 19.05.2025).

2. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 139 с. — ISBN 978-5-4497-1012-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/105704.html (дата обращения: 19.05.2025).

3. Кулизаде Д. И. Медов Р. О. Скрипоченко В. С. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2024: сборник статей X Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2024. – 206 с. ПАРАМЕТРЫ КОНТРОЛЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

4. Кулизаде Д. И. Медов Р. О. Скрипоченко В. С. «ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЁЖИ» научно-практический образовательный журнал № 1(149) январь–февраль 2025 Удалённый контроль систем аддитивного производства.

5. Коротеев, Д. Д. Аддитивные технологии в строительстве: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / Д. Д. Коротеев, А. Н. Макаров, А. С. Болотова. — Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2023. — 67 с. — ISBN 978-5-7264-3272-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134602.html (дата обращения: 19.05.2025).

Шварцбург Леонид Эфраимович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН, lesh@stankin.ru.

Кулизаде Дмитрий Игорьевич – Старший преподаватель, заведующий лабораторией кафедры инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», d.kulizade@stankin.ru.

Скрипоченко Вадим Сергеевич – Аспирант, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», vadim.skripochenko@yandex.ru.

К 95-летию
МГТУ «СТАНКИН»
Современные технологические и экономические тенденции на пространстве ЕАЭС

УДК 339

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТАМОЖЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СТРАНАХ ЕАЭС: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ИНТЕГРАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
DIGITAL TRANSFORMATION OF CUSTOMS PROCESSES IN EAEU COUNTRIES: CURRENT CHALLENGES AND INTEGRATION SOLUTIONS

Ботвенкова К.С., Лабкович О.Н.

Botvenkova K.S., Labkovich O.N.

Аннотация: в статье исследуются процессы цифровизации таможенных служб стран Евразийского экономического союза. Анализируются технологические, правовые и экономические аспекты внедрения электронных систем таможенного администрирования. Особое внимание уделяется интеграционным механизмам и их влиянию на эффективность трансграничных товаропотоков. Приводятся статистические данные о результатах цифровой трансформации за 2020-2023 гг.

Abstrac: the article examines the digitalization processes of customs services in the Eurasian Economic Union countries. The technological, legal and economic aspects of implementing electronic customs administration systems are analyzed. Special attention is paid to integration mechanisms and their impact on the efficiency of cross-border goods flows. Statistical data on the results of digital transformation for 2020-2023 are presented.

Ключевые слова: цифровизация, таможенное администрирование, электронное декларирование, интеграция.

Keywords: digitalization, customs administration, electronic declaration, integration.

В условиях стремительной цифровизации глобальной экономики страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС) сталкиваются с необходимостью модернизации механизмов таможенного регулирования, что становится ключевым фактором для обеспечения конкурентоспособности и устойчивости экономики в условиях глобальных изменений. Технологическое обновление в этой области затрагивает не только процессы модернизации инфраструктуры, но и требует существенных изменений в подходах к регулированию трансграничных операций, включая перемещение товаров, услуг и данных. Важно отметить, что вопрос цифровой трансформации в сфере таможенного контроля выходит за рамки обычной технической модернизации: речь идет о глубоком институциональном изменении всех процедур, связанных с таможенным оформлением, которое охватывает не только взаимодействие между государственными структурами, но и их взаимодействие с бизнесом и гражданами. Это требует выработки новых стандартов, инновационных подходов в

организации работы и формирования эффективных механизмов контроля, что невозможно без использования новейших информационных технологий и интеграции различных систем.

На фоне роста объёмов внешней торговли, повышения требований к скорости и прозрачности таможенного оформления, а также усиления процессов глобализации и роста международной конкуренции, цифровизация становится неотъемлемой частью интеграционного курса ЕАЭС. Это необходимо для того, чтобы страны союза могли не только ускорить процессы таможенного оформления, но и гарантировать их высокую степень прозрачности и соответствие современным международным стандартам. Одной из важнейших основ для цифровизации таможенного регулирования является Таможенный кодекс ЕАЭС (ТК ЕАЭС), который вступил в силу в 2018 году. Этот документ стал основой для введения новых принципов электронного взаимодействия, автоматизированной обработки данных и признания электронных документов на межгосударственном уровне, что позволило значительно повысить эффективность таможенных процедур и снизить административные барьеры для бизнеса. Системы, предусмотренные ТК ЕАЭС, способствуют не только улучшению координации между странами-участниками, но и обеспечению высоких стандартов безопасности и борьбы с незаконным перемещением товаров через границы.

Одним из ключевых достижений цифровой модернизации в рамках Евразийского экономического союза стало создание системы электронного декларирования, которая объединила национальные таможенные системы всех пяти государств-членов. Этот шаг стал важным этапом на пути к формированию единого цифрового пространства в области таможенного администрирования и позволил обеспечить беспрепятственную, так называемую «бесшовную», обработку таможенных деклараций, вне зависимости от страны подачи или местонахождения участника внешнеэкономической деятельности. Интеграция в рамках единой цифровой платформы обеспечила возможность оперативного доступа к информации о перемещаемых товарах для всех участников процессов, включая таможенные органы, государственные ведомства и бизнес-сообщество. Благодаря этому удалось не только повысить прозрачность и предсказуемость таможенных процедур, но и значительно упростить работу для компаний, ведущих внешнеторговую деятельность.

Согласно данным отчёта Евразийской экономической комиссии (ЕЭК), в 2023 году доля электронных деклараций достигла впечатляющих 89 % от общего объема всех таможенных операций, что свидетельствует о масштабности и эффективности проводимой цифровой трансформации. Это позволило сократить среднее время, необходимое для таможенной обработки, на 40 % по сравнению с показателями 2020 года, что является существенным прогрессом в направлении ускорения внешнеторгового оборота. Снижение

временных затрат на оформление стало возможным благодаря внедрению передовых технологических решений, таких как интеллектуальные алгоритмы предварительной проверки и автоматического распределения заявлений.

Особенно заметных результатов в цифровой трансформации таможни удалось достичь России и Казахстану. Здесь автоматизация процедур выпуска товаров шагнула особенно далеко — благодаря внедрению интеллектуальных систем управления рисками, около 92 % грузов проходят оформление без участия инспектора. Это говорит о высоком уровне доверия к алгоритмам и их реальной эффективности. Такие системы работают почти моментально: анализируют массивы данных, находят потенциальные риски и «подсвечивают» только те партии, которые действительно требуют внимания. В результате бизнес выигрывает во времени, а контроль со стороны государства становится точнее и умнее.

Немаловажным шагом для всего Евразийского экономического союза стало внедрение цифровой платформы «Единое окно». Это удобный онлайн-сервис, который объединил в себе все взаимодействие бизнеса с государственными структурами — от таможни до экологических служб. Вся нужная информация подаётся один раз, а затем автоматически передаётся по всем ведомствам. Это избавило участников ВЭД от повторной подачи одних и тех же данных и сократило бюрократию.

Новая система помогла стандартизировать документы и упростить контроль. Ошибок стало меньше, а процессы — быстрее и прозрачнее. Для бизнеса это значит: меньше ожидания, предсказуемые процедуры и реальная экономия. А для государственных органов — согласованная работа и единое цифровое пространство, в котором всё синхронизировано.

Внедрение системы «Единое окно» дало вполне ощутимые и, главное, полезные для бизнеса результаты. По данным мониторинга, количество документов, которые раньше требовались для внешнеторговых операций, сократилось примерно на 30 %. Это серьёзно уменьшило бумажную волокиту и позволило компаниям сосредоточиться на реальных задачах, а не на бумагах. Кроме того, почти в полтора раза — на 45 % — сократилось время на прохождение всех разрешительных процедур. Это особенно важно в условиях, когда даже небольшие задержки могут нарушить логистику и ударить по конкурентоспособности. По сути, «Единое окно» стало не просто цифровым инструментом, а настоящим катализатором деловой активности, особенно в части экспорта. Оно помогает бизнесу быстрее и проще выходить на внешние рынки и развивать международные связи, а для ЕАЭС — это шаг к более глубокой интеграции.

Цифровая трансформация, которая происходит сейчас в рамках ЕАЭС, — это далеко не один проект, а целая система изменений. Одно из самых перспективных направлений —

внедрение технологий искусственного интеллекта и предиктивной аналитики в повседневную работу таможни. Речь идёт не просто о компьютерных программах, а об умных системах, которые анализируют огромные массивы информации, выявляют закономерности, создают профили риска и могут предсказать поведение компаний-участников ВЭД. Причём делают они это на основе прошлой активности, ситуации в отрасли и даже макроэкономических факторов.

Благодаря таким решениям подход к контролю становится более «умным» — он не реагирует постфактум, а старается предугадать возможные проблемы ещё до того, как они произойдут. Это особенно актуально сейчас, когда торговые объёмы растут, а логистика становится всё сложнее.

В приоритете и другие цифровые технологии — например, блокчейн. Эта система позволяет отслеживать движение товаров на всех этапах, фиксируя каждый шаг в защищённой и прозрачной базе. Это снижает риски подделки документов, делает контроль за происхождением товаров более надёжным и в целом укрепляет доверие как со стороны государства, так и со стороны бизнеса.

Важно и то, что страны ЕАЭС движутся в ногу с глобальными трендами. Похожие системы уже внедряются, например, в рамках проекта Всемирной таможенной организации «Data Model». Это говорит о том, что ЕАЭС — не замкнутый регион, а активный участник международных процессов, который стремится соответствовать мировым стандартам в сфере прозрачности, эффективности и цифровизации таможенного регулирования.

Тем не менее, даже при всех достижениях, перед странами ЕАЭС ещё стоят серьёзные вызовы. Один из них — разный уровень цифровой зрелости. Где-то инфраструктура развита хорошо, процессы автоматизированы, а доступ к технологиям высок. А где-то, наоборот, наблюдаются трудности с модернизацией, не хватает специалистов, системы устарели и плохо адаптируются к новым стандартам.

Отдельная проблема — нехватка цифровой грамотности. Многие сотрудники госструктур, а также представители малого бизнеса просто не умеют или не готовы использовать новые цифровые инструменты в полной мере. Это замедляет процесс адаптации и снижает эффективность.

Есть и риски, связанные с безопасностью. Чем больше мы переходим в цифровую среду, тем выше угроза кибератак. Особенно уязвимыми становятся трансграничные системы, где важно наладить совместную защиту на уровне всех стран ЕАЭС. А пока уровень готовности к таким вызовам в разных странах остаётся разным.

Кроме того, в каждой стране — свои законы, и это осложняет реализацию общих цифровых инициатив. Отсутствие единого правового поля тормозит проекты, а согласование

новых норм часто затягивается. Для гармонизации законодательства нужны постоянный диалог и гибкость.

Ну и конечно, ни один крупный цифровой проект не обходится без вложений. Масштабная трансформация требует серьёзного финансирования, и это ещё один фактор, который тормозит процесс, особенно там, где ресурсов не хватает.

Для преодоления существующих барьеров и достижения стратегических целей цифровой трансформации в рамках ЕАЭС необходимо формирование комплексного и долгосрочного подхода, охватывающего как технологические, так и организационно-правовые аспекты. Одним из приоритетных направлений должно стать развитие распределённых интеллектуальных систем управления рисками на базе технологий искусственного интеллекта. Такие системы способны значительно повысить точность прогнозирования потенциальных нарушений, сократить нагрузку на инспекционные службы и усилить профилактический характер таможенного контроля.

Также актуальным становится внедрение современных мобильных решений, ориентированных на удобство и доступность для участников внешнеэкономической деятельности. Интеграция функций биометрической идентификации позволит обеспечить дополнительный уровень безопасности, ускорить доступ к цифровым услугам и сократить число бумажных процедур. Подобные технологии особенно важны в условиях роста объемов торговли и необходимости обеспечения круглосуточного цифрового взаимодействия между бизнесом и государственными структурами.

Наряду с технологическими инновациями ключевое значение имеет продолжение работы по унификации и адаптации цифровых стандартов, что особенно важно в контексте соответствия требованиям Всемирной торговой организации и Всемирной таможенной организации. Гармонизация стандартов позволит обеспечить совместимость национальных решений, упростить трансграничные операции и повысить доверие к цифровой инфраструктуре на международном уровне.

Важной инициативой может стать создание совместного цифрового фонда поддержки трансформации, направленного на финансирование инфраструктурных, научных и образовательных проектов в сфере цифровизации. Такой фонд мог бы стать источником устойчивого развития, позволяющим нивелировать различия в цифровой зрелости между странами и поддерживать наиболее перспективные разработки.

Необходимым элементом эффективной цифровой политики также выступает формирование системы регулярной оценки результативности внедряемых решений. Оценка должна базироваться на объективных показателях эффективности, устойчивости и влияния на

бизнес-среду, что позволит своевременно корректировать стратегию, устранять узкие места и повышать общий уровень цифровой зрелости всего союза.

Библиографический список

1. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (приложение № 2 к Договору о Таможенном кодексе ЕАЭС от 11.04.2017). – URL: http://www.eaeunion.org (дата обращения: 08.05.2025).

2. Отчёт о цифровой трансформации таможенных услуг ЕАЭС за 2023 год / Евразийская экономическая комиссия. – Москва, 2023. – 45 с.

3.Официальный портал системы "Единое окно" ЕАЭС. – URL: https://www.eaeunion.org/edinoe-okno (дата обращения: 08.05.2025).

4.World Customs Organization Data Model Project // WCO Official Website. – URL: https://www.wcoomd.org (дата обращения: 08.05.2025).

5.Аналитический обзор внедрения блокчейна в таможенные процессы / Центр цифровых инноваций ЕАЭС. – М., 2022. – 32 с.

Ботвенкова Ксения Сергеевна - студент Белорусского национального технического университета, batvin16@gmail.com

Лабкович Ольга Николаевна - старший преподаватель Белорусского национального технического университета, olji@tut.by

УДК 33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ
DETERMINING THE DIGITAL MATURITY OF ENTERPRISES

Галч Гандуулга

Galch Ganduulga

Аннотация: Одной из важнейших целей для бизнеса и государственных учреждений сегодня является цифровая трансформация. Каждая компания отправляется в цифровое путешествие. Позиция компании на этом пути определяется ее моделью цифровой зрелости. Уровень цифровой зрелости показывает, насколько хорошо компания подготовлена к удовлетворению потребностей клиентов и требований рынка. В современном цифровом мире цифровая зрелость имеет решающее значение для поддержания конкурентоспособности компании и обеспечения долгосрочного роста. Компании с высокой цифровой зрелостью с большей вероятностью получат конкурентное преимущество, увеличат доход, сократят время вывода продукции на рынок, увеличат прибыльность, улучшат качество продукции и повысят удовлетворенность клиентов по целому ряду показателей эффективности. Исследование началось с изучения важности цифровой трансформации для предприятий и бизнес-организаций, определения концепции цифровой зрелости, путей ее достижения и наброска пути к автоматизации. Я разработал методологию, основанную на теоретическом подходе, который требует от организаций точного и стратегического определения своего уровня цифровой зрелости и начала работ по цифровизации в наиболее приоритетных областях. Он также предложил и разработал модели, помогающие определить и развить этот процесс.

В рамках исследования я выбрала одну организацию в качестве примера: для этого я определила и оценила текущий уровень цифровой зрелости, а также определила приоритеты дальнейшей цифровизации. Разработанная методика является универсальной и может быть использована любой организацией по ее выбору.

Abstract: One of the most important goals for businesses and government agencies today is digital transformation. Every company is embarking on a digital journey. A company's position on this journey is determined by its digital maturity model. The level of digital maturity indicates how well prepared a company is to meet customer needs and market demands. In today's digital world, digital maturity is critical to maintaining a company's competitiveness and ensuring long-term growth. Companies with high digital maturity are more likely to gain a competitive advantage, increase revenue, reduce time to market, increase profitability, improve product quality and increase customer satisfaction across a range of performance indicators. The study began with an examination of the importance of digital transformation for enterprises and business organizations, defining the concept of digital maturity, how to achieve it and outlining a path to automation. I developed a methodology based on a theoretical approach that requires organizations to accurately and strategically define their level of digital maturity and begin digitalization work in the highest priority areas. It also proposed and developed models to help define and develop this process.

As part of the study, I selected one organization as an example: for this, I identified and assessed the current level of digital maturity, and also defined priorities for further digitalization. The developed methodology is universal and can be used by any organization of its choice.

Ключевые слова: Цифровая зрелость, Управление, Информационная технология, Предприятие, Железнодорожный транспорт, Логистика, Экономика

Keywords: Digital Maturity, Management, Information Technology, Organization, Railway Transport, Logistics, Economy.

Введение

Для существования и процветания компаний цифровая трансформация является крайне важной, а цифровая зрелость — дополнительным инструментом для оценки и продвижения этой трансформации. Компании проводят цифровую трансформацию для улучшения своей деятельности, тогда как цифровая зрелость показывает, насколько организация достигла успехов в освоении цифровых технологий. Цифровая зрелость компании является показателем того, насколько хорошо она способна адаптироваться к изменениям на рынке и реагировать на них. Речь идет о том, чтобы оставаться на вершине игры и идти в ногу с динамичными рыночными силами, влияющими на бизнес. В современную эпоху цифровой трансформации это понятие вышло за рамки простой оценки способности компании предвидеть и адаптироваться к изменениям. Теперь это также о том, насколько быстро компания может выявлять возможности и максимизировать свою ценность в цифровой экосистеме. Определение цифровой зрелости: После того как компания начинает путь цифровой трансформации, возникает вопрос: до какого уровня цифровой зрелости компания стремится достичь? Это определение варьируется от отрасли к отрасли, от компании к компании, от процесса к разработке. Некоторые могут стремиться к полной цифровизации, в то время как другие предпочитают частично цифровизировать свои бизнес-процессы. Прежде чем отправиться в путь к цифровой зрелости, предприятия должны сначала определить, что это означает для них, какие цели они хотят достичь с помощью инициатив цифровой трансформации и какие меры будут использованы на разных стадиях пути.

Поэтому с автора разработано и предложено на рис.1 методику достижения цифровой зрелости организации.

1. Определение цифровой зрелости: после того как компания начинает путь цифровой трансформации, возникает вопрос: до какого уровня цифровой зрелости компания стремится достичь? Это определение варьируется от отрасли к отрасли, от компании к компании, от процесса к разработке. Некоторые могут стремиться к полной цифровизации, в то время как другие предпочитают частично цифровизировать свои бизнес-процессы. Прежде чем

отправиться в путь к цифровой зрелости, предприятия должны сначала определить, что это означает для них, какие цели они хотят достичь с помощью инициатив цифровой трансформации и какие меры будут использованы на разных стадиях пути.

Рис. 1. Пути к достижениюю цифровой зрелости

2. Оценка текущего состояния: Путь к цифровой зрелости начинается с определения видения и оценки текущего состояния цифровых возможностей. Проверить, как компания работает в терминах цифрового IQ и цифровой готовности. Оцените, следит ли компания за технологическими достижениями и правильно ли их внедряет в нужный момент. Пересмотреть цифровые стратегии и тактики, чтобы определить, нужны ли изменения для достижения конкурентного преимущества. Оценить, как текущие цифровые инициативы влияют на бизнес-результаты и клиентский опыт. Наконец, проанализировать готовность сотрудников к цифровым усилиям. Если сотрудники не соответствуют цифровой культуре, которую организация пытается внедрить, все усилия по достижению цифровой зрелости окажутся безрезультатными.

3. Выявление пробелов: после оценки текущего состояния выявить пробелы в своей цифровой зрелости. Сравнить свой текущий уровень зрелости с желаемым и измерьте различия в возможностях, инструментах, ресурсах и бизнес-результатах. Подготовить отчет, в котором будут указаны эти пробелы и необходимые меры для их устранения.

4. Привлечение лидерства и заинтересованных сторон: Успех любой программы цифровой трансформации зависит от вовлеченности руководства и заинтересованных сторон.

Именно эти люди утверждают или отклоняют программу и предоставляют необходимые ресурсы для ее реализации. Крайне важно заручиться их поддержкой и согласовать предложенный план с их ожиданиями. Стратегия цифровой трансформации: 8 ключевых компонентов дают представление о строительных блоках успешной стратегии цифровой трансформации, что крайне важно для определения целей цифровой зрелости. Эти компоненты должны быть оценены, начиная с текущего состояния и выявленных пробелов. Подчеркнуть важность предлагаемых изменений и того, как они могут помочь организации оставаться конкурентоспособной. Представить график программы и объясните, как это может помочь различным заинтересованным сторонам и подразделениям. Собирать отзывы и интегрировать их в стратегию цифровой зрелости.

5. Разработка дорожной карты: после того как у вас есть четкое понимание целей руководства, текущего состояния и видения, начните разрабатывать стратегию цифровой зрелости. Убедиться, что она соответствует вашим бизнес-целям и устраняет пробелы в текущем состоянии. Сильная модель цифровой зрелости должна включать график (с ключевыми этапами и результатами), план управления изменениями, технологические инвестиции и стратегии повышения компетенций. Стратегия должна определять роли и ответственность заинтересованных сторон для обеспечения плавного перехода и учитывать возможные риски и препятствия, которые могут замедлить процесс трансформации.

6. Реализация модели: после того как модель цифровой зрелости будет готова, перейдите к реализации плана. Внедрите стратегии по приобретению необходимой технологии и талантов. Использовать цифровые инструменты и мышление, которые лучше всего соответствуют потребностям вашего бизнеса. Разработать план коммуникации для сотрудников, чтобы держать их в курсе изменений, и определите роли для тех, кто будет затронут этими изменениями, обеспечив необходимое обучение. Распределить достаточные ресурсы на ключевые этапы и отслеживайте достижения. Продвигать организацию на следующий уровень зрелости и помните, что цифровая трансформация требует командных усилий и сотрудничества на всех уровнях организации.

7. Оценка модели (непрерывная): регулярно оценивать прогресс, чтобы понять, на каком уровне цифровой зрелости находится организация. Сравнить результаты с первоначальной оценкой и отметьте любые новые вызовы. Создавать культуру непрерывного улучшения и используйте данные для оптимизации принятия решений и процессов. Регулярные проверки на каждом этапе модели помогут выявить области для улучшения, сэкономить время и ресурсы, а также своевременно преодолевать препятствия. Использование аналитических инструментов данных: Постоянно отслеживать прогресс, используя

инструменты аналитики данных, чтобы убедиться, что усилия направлены в правильное русло. Следить за ключевыми этапами и при необходимости корректировать планы. Проводить внутренние аудиты и анализ конкурентов, чтобы понять конкурентные позиции.

В целом наконец можем наиболее четко определить текущий уровень или пробелы, увидеть, на чем следует сосредоточиться в дальнейшем, и определить, какие области процессов организации следует поэтапно перевести на электронный формат, а также увидеть будущий план управления. Этот этап является важным для определения базового уровня цифровой зрелости информационных технологий организации и может быть детализирован по каждому направлению в зависимости от вида и сферы деятельности организации. Например, на рис. 2 ниже показаны электронные показатели зрелости Улан-Баторской железной дороги в Монголии.

Рис. 2. Индекс цифровой зрелости АО «УБЖД»

На рисунке 2 основная и вспомогательная деятельность Улан-Баторской железной дороги классифицирована по следующим шести категориям. После этого текущий уровень был оценен и индексирован на основе балльной системы до 4 баллов.

1. Цифровая инфраструктура
2. Пассажирские перевозки
3. Инфраструктура и подвижной состав
4. Грузовые перевозки
5. Управление перевозочным процессом
6. Непроизводственные процессы

Если данное направление полностью цифровизировано и перешло на безбумажные технологии, ему можно присвоить 4 балла. Таким образом, проводится оценка, на основе

которой руководство сможет легче планировать и принимать решения о том, на какие направления деятельности следует уделить больше внимания для цифровизации в следующем году.

Материалы и методы. В качестве материалов и методов использовано управление цепочками поставок и цифровая трансформация 4.0. Также использован метод сравнительного анализа, вопросы и исследования глобальной перехода цифровазации.

Результаты и обсуждения. После того как организация определит свой уровень цифровой зрелости и сформулирует стратегию, она также может использовать эти результаты для изучения и сравнения с конкурентами, что позволит определить возможности для усиления конкурентных преимуществ.

На рисунке 3 представлена возможность проведения сравнительного исследования с другими предприятиями, осуществляющими аналогичную деятельность, а также разработки определения уровня цифровой зрелости.

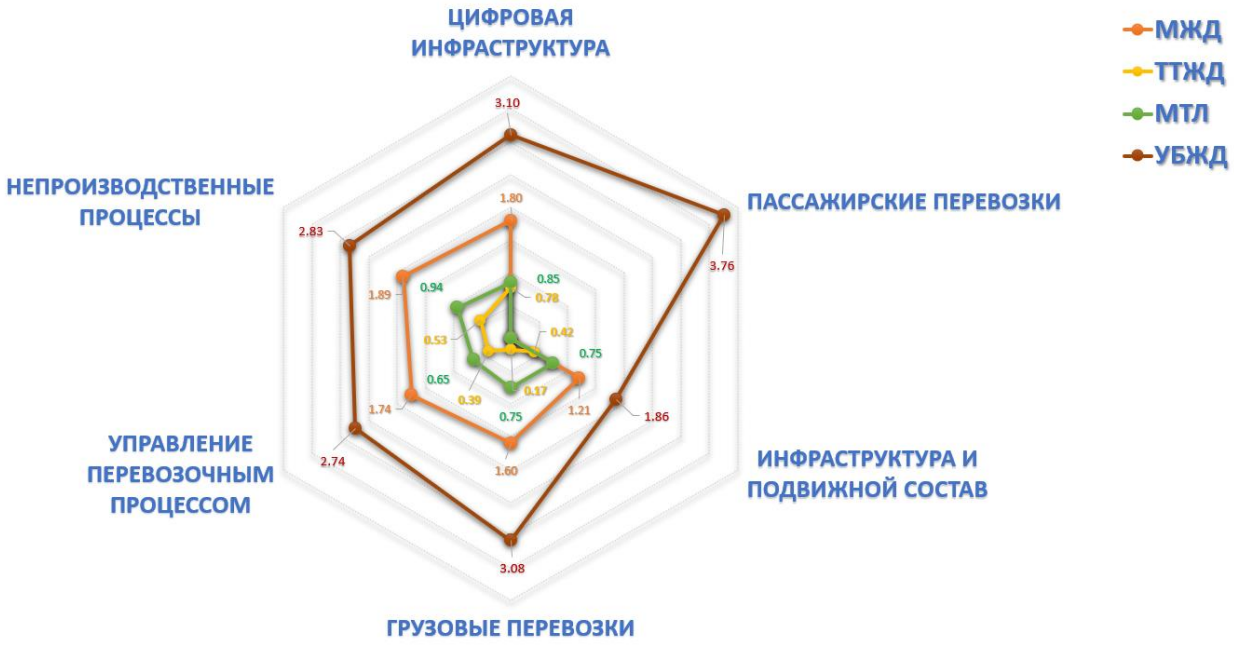

Рис. 3. Сравнение цифровой зрелости организаций, работающих в железнодорожной отрасли Монголии

На рисунке 3 представлен сравнительный индекс цифровой зрелости организаций, осуществляющих деятельность в железнодорожной отрасли Монголии. Это позволяет организациям повысить свою конкурентоспособность, выявить цифровые пробелы других организаций и определить собственную стратегию развития.

Заключение. В истинном смысле цифровая зрелость — это результат командных усилий. Индивидуумы и сотрудники на всех уровнях должны воспринимать цифровую

трансформацию не только с точки зрения технологий, но и с точки зрения организационного развития. На пути к достижению цифровой зрелости компании часто недооценивают значение людей, культуры и процессов. Несмотря на значительное внимание к технологиям, компании должны сосредоточиться на формировании правильной культуры и развитии нужных моделей поведения сотрудников. Готовность организации внедрять новые цифровые технологии и реагировать на изменяющиеся потребности клиентов в значительной степени зависит от гибкости её персонала и бизнес-процессов. Чем выше уровень цифровой зрелости организации, тем лучше она подготовлена к будущему. Цифровая зрелость стала новой границей, обеспечивающей перспективность бизнеса.

Компании с высоким уровнем цифрового развития имеют больше шансов выжить и процветать в условиях экономической неопределенности, поскольку это делает их более устойчивыми к технологическим и рыночным изменениям. Более того, в условиях растущего стремления к инновациям необходимость повышения уровня цифровой зрелости становится как никогда важной. В конечном итоге данное исследование было проведено с целью разработки и представления методологии, предназначенной для определения уровня собственной цифровой зрелости, планирования дальнейшего развития и выработки стратегической политики, поскольку в настоящее время цифровая трансформация становится важным фактором повышения конкурентоспособности организаций.

Библиографический список

1. Батбаяр Нямдаваа., Цифровая трансформация., 2023 с. 47-54.
2. Баяржаргал О., Управление инновациями., 2024 с 7-9.
3. Ганбаяр С., Современные проблемы предпринимательства., 2022 с. 191 –201.
4. Дэниэлс Д., Международный бизнес: внешняя среда и деловая деятельность., 2023 с. 34-35.
5. Жайдип Прабху., Электронное правительство., 2021 с. 20-24.
6. Марка И., Карим Р., Управление цифровой трансформацией и цифровизация., 2023 с. 11-12.
7. Томис М., Цифровая трансформация., 2022 с. 13-15.
8. Ундрах А., Модернизация в современном бизнесе., 2024 с. 120-122.
9. Энхмаа Г., Успешные современные методы ведения бизнеса., 2023 с. 13-14.
10. Ч. Гунсэн, Д. Гонгор, Д. Дашзэвэг., Экономика транспорта., 2021 с. 21.

Галч Гандуулга – аспирант, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», duulgagan@gmail.com.

УДК 338.4

РАЗВИТИЕ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКИХ СТАНКОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА "СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА И АВТОМАТИЗАЦИИ"

DEVELOPMENT OF THE EXPORT POTENTIAL OF RUSSIAN MACHINE-TOOL MANUFACTURING ENTERPRISES UNDER THE IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL PROJECT FOR TECHNOLOGICAL LEADERSHIP «MEANS OF PRODUCTION AND AUTOMATION»

Еленев К.С., Elenev K.S.

Аннотация: в статье анализируются возможности обеспечения роста экспортного потенциала российского станкостроения в рамках Национального проекта «Средства производства и автоматизации» с учетом опыта КНР. Автор выделяет три ключевых исторических этапа, приведших Китай к глобальному доминированию на рынке станкостроения: импорт технологий через совместные предприятия (1990-е), экспансию за счет демпинга и модернизации (2000–2010 гг.), переход к инновациям и глобальному лидерству (2010– настоящее время). В статье рассматриваются комплексные направления мер поддержки, обеспечившие успех китайских компаний, в том числе, субсидии НИОКР, кластеризацию производств, реверс-инжиниринг, локализацию сервиса в регионах присутствия, централизованное продвижение на международных выставках и др. В статье отражен комплекс взаимосвязанных стимулирующих экспорт мероприятий, который может представлять интерес для производителей технологического оборудования и органов власти, ориентированных на стратегическое развитие экспортного потенциала станкостроения.

Abstract: the article examines opportunities for enhancing the export potential of the Russian machine tool industry within the framework of the National Project "Means of Production and Automation," drawing on China's experience. The author identifies three key historical stages that enabled China to achieve global dominance in the machine tool market: technology import through joint ventures (1990s), market expansion via dumping and modernization (2000–2010), and a transition toward innovation and global leadership (2010–present). The study explores comprehensive state-backed measures that contributed to the success of Chinese companies, including R&D subsidies, industrial clustering, reverse engineering, localization of service networks in target regions, centralized promotion at international exhibitions, and other initiatives. The article outlines a set of interrelated export-stimulating measures that could be valuable for Russian equipment manufacturers and policymakers focused on the strategic development of the machine tool industry's export capacity.

Ключевые слова: экспортный потенциал, станкостроительная отрасль, китайский опыт, государственные меры поддержки, стратегическое развитие, технологическое лидерство.

Key words: export potential, machine tool industry, China's experience, state support, strategic development, technological leadership.

Введение

Современный академический дискурс в сфере анализа механизмов управления технологическим развитием, включая анализ новых практик, связанных с реализацией Национальных проектов технологического лидерства (далее – НПТЛ), в первую очередь фокусируется на аспектах формирования институциональных условий для выпуска инновационной наукоемкой продукции и увеличения доли локализации производства. Соответствующие механизмы стимулирования, в частности, заложены в НПТЛ «Новые материалы и химия», «Средства производства и автоматизации», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности» и другие.

Вместе с тем, в долгосрочном периоде, одним из базовых факторов, ограничивающих возможности для повышения локализации и роста наукоемкость продукции, является недостаточный объем отечественного рынка. Таким образом, ключевой проблемой остается низкая глобальная конкурентоспособность продукции, ограничивающая экспортный потенциал и усиливающая зависимость от импорта критически важных технологий.

Акцент на локализацию производства и импортозамещение, хотя и важен, но недостаточен, так как устойчивый суверенитет обеспечивается лишь при интеграции в глобальные цепочки добавленной стоимости через поставки высокотехнологичных товаров и услуг. Следовательно, выход на международные рынки становится не просто стратегией роста, но и экономической необходимостью: только глобальная конкуренция формирует спрос, достаточный для окупаемости НИОКР и внедрения передовых технологий.

В настоящей статье рассматривается текущее состояние российского экспорта станов, проводится ретроспективный анализ опыта КНР в области обеспечения глобальной конкурентоспособности станков китайского производства, выделяются основные факторы успеха, связанные с государственным управлением и стимулированием развития экспортного потенциала китайских средств производства.

Анализ экспорта продукции российского станкостроения

Анализ данных официальных статистических источников (Росстат, ФТС) позволяет говорить о крайне незначительных объемах экспорта российских станков и очевидном доминировании внутреннего потребления станков отечественного производства.

Вместе с тем, можно отметить определенную положительную динамику темпов роста экспорта в натуральном выражении на горизонте 2020 – 2023 гг. (CAGR равен 15%) при том что в целом данный рост может рассматриваться как восстановительный (объемы экспорта в 2023 г. сравнимы с объемами 2018 – 2019 гг.) (рисунок 1).

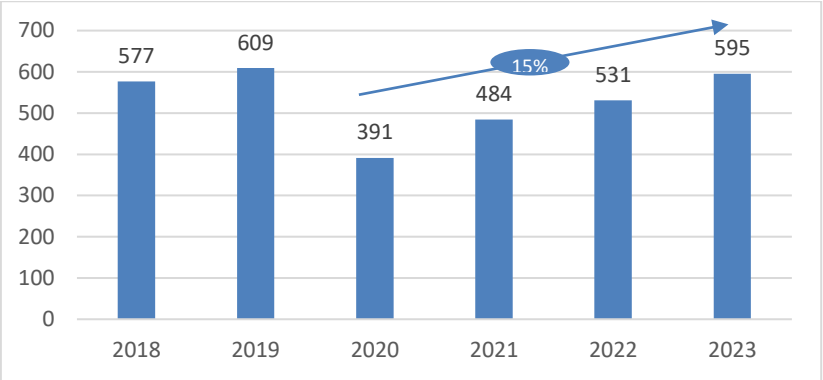

Рисунок 1. Динамика физических объемов экспорта российского станочного оборудования за период 2018-2023 гг.

В структуре экспорта в натуральном выражении доминируют 4 вида оборудования (около 53% от совокупного объема поставок):

- машины гибочные;
- иное кузнечно-прессовое оборудование;
- станки токарные;
- машины ковочные.

При рассмотрении структуры экспорта российских станков в денежном выражении безусловным лидером является категория «Машины ковочные», которая составляет свыше 31,4% в общем объеме экспорта (рисунок 2).

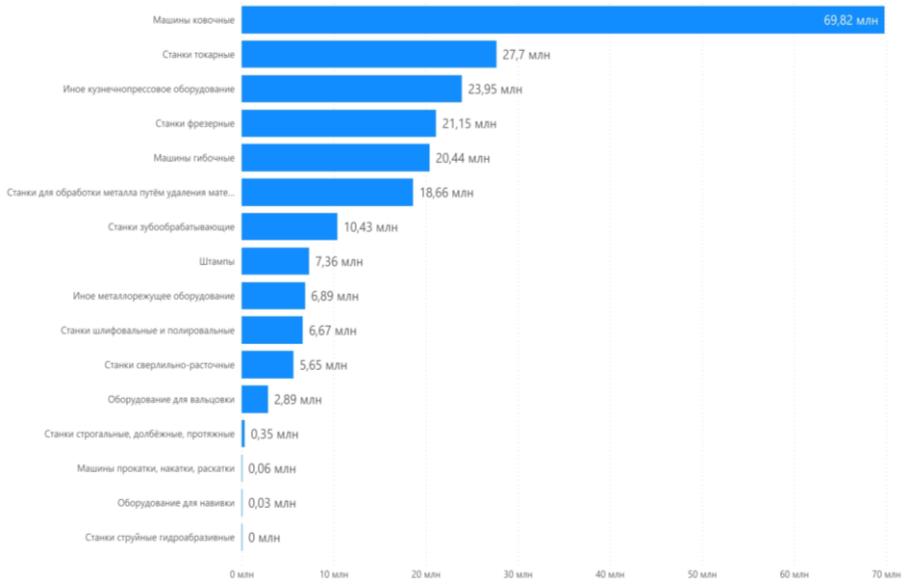

Рисунок 2. Суммарные объемы экспорта оборудования по категориям в денежном выражении за период 2018-2023 гг.

Среди основных потребителей российских станков в соответствии с данными ФТС за 2023 г. можно выделить Узбекистан, Египет, Азербайджан, Турцию и Абхазию. На них пришлось три четверти российского экспорта станков в физическом выражении в 2023 году (рисунок 3).

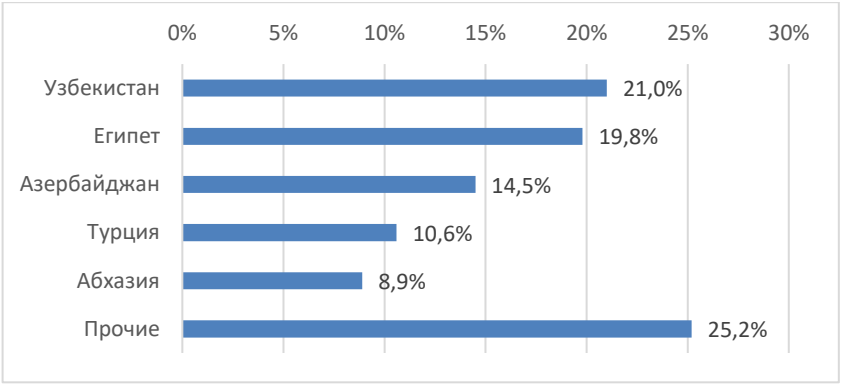

Рисунок 3. Страны импортеры 2023 год (топ-5 по поставкам в физических объемах)

Таким образом, можно констатировать фокусировку российских экспортеров на рынках развивающихся стран при сравнительно низкой технологичности экспортируемой продукции. С учетом задач обеспечения технологического лидерства, обозначенных в НПТЛ «Средства производства и автоматизации», представляется целесообразным рассмотреть перспективные механизмы географической диверсификации и увеличения технологической сложности экспортируемых средств производства.

Анализ практики системного расширения экспортного потенциала сферы производства средств производства и автоматизации на примере Китайской народной республики

Анализ динамики экспорта средств производства из КНР, а также мероприятий государственной поддержки развития данного сектора экономики, позволяет выделить ряд этапов развития экспортного потенциала КНР в сфере производства средств производства.

1. Первый этап - **1990-е годы: Импорт технологий и создание собственной базы**

Ключевыми задачами данного этапа развития стали следующие:

- Сократить зависимость от импорта станков.
- Освоить базовые технологии через совместные предприятия (JV) с иностранными компаниями (например, Siemens, DMG Mori).

В качестве основных институциональных механизмов на данном этапе развития выступили:

- Государственные субсидии: субсидирование инвестиций в основной капитал для строительства станкостроительных предприятий (напр. в Шэньяне, Даляне).
- Трансфер технологий: покупка лицензий на производство станков с ЧПУ.

- Создание совместных предприятий в партнерстве с ведущими мировыми носителями компетенций в сфере станкостроения (в т.ч. Германия, Япония).

Результатом системных мер стало обеспечение роста доли китайских станков на внутреннем рынке до 40% к 2020 году, выстраивание устойчивых кооперационных цепочек внутри страны, а также с международными производителями станков и комплектующих изделий.

2. Второй этап -- 2000-2010 годы: Экспансия и модернизация

Ключевыми задачами данного этапа развития стали следующие:

- Увеличить экспорт станков;
- Повысить качество продукции до международных стандартов.

В качестве основных институциональных механизмов на данном этапе развития выступили:

- Программа «863»: Финансирование НИОКР в области ЧПУ и роботизации;
- Развитие специальных экономических зон, позволяющих увеличить концентрацию отраслевых предприятий и, следовательно, минимизировать логистические издержки и повысить интенсивность кооперации
- Реализация централизованных маркетинговых стратегий на зарубежных рынках: Низкие цены (+ демпинг) для завоевания рынков развивающихся стран, в первую очередь, Африки и Юго-Восточной Азии.

Реализация второго этапа позволила Китаю к 2010 г. стать одним из крупнейших производителей станков в мире (в топ 5 стран), сформировать задел не только для производства готовых изделий станкостроения, но также и комплектующих изделий. Важную роль приобрел реверс-иижиниринг передовых технологических решений с учетом относительной доступности технологий за счет концентрации в Китае ведущих мировых производителей. В частности, в Китае были построены заводы многих мировых производителей систем ЧПУ, автоматики, гидравлики: Fanuc (Япония), Siemens (Германия), Mitsubishi (Япония), Bosch Rexroth (Германия) и других.

3. Третий этап – 2010 год -настоящее время: Инновации и глобальное лидерство

Ключевыми задачами данного этапа развития стали следующие:

- Войти в топ-5 по производству высокоточных станков.
- Снизить зависимость от иностранных компонентов (особенно комплектных систем ЧПУ).

В качестве основных институциональных механизмов на данном этапе развития выступили:

- **Инициатива «Сделано в Китае 2025»**: Фокусировка направлений поддержки на наиболее перспективных высокотехнологичных направлениях (IoT, AI и цифровые двойники).
- **Реализация инициатив по поглощению иностранных высокотехнологичных компаний**: (публичную огласку, в частности, получили планы покупки немецкой Waldrich Coburg (2015) и японской Jtekt (2018).
- **Интенсификация работ по суверенной стандартизации**: Внедрение национальных стандартов GB/T, конкурирующих с ISO.

Реализация данной стратегии привела к тому, что уже к 2020 году Китай стал производить 37% мировых станков, включая наиболее высокотехнологичные 5-осевые модели и 3Д принтеры для печати \ изделий.

Ретроспективный анализ стратегии развития экспортного потенциала станкостроения КНР позволяет выделить ряд основных факторов, обеспечивших уверенный рост отрасли на горизонте 30-и лет (с 1990 по 2020 годы).

Условно данные факторы успеха можно разделить на три крупных множества: институциональные, технологические и маркетинговые.

К числу основных институциональных факторов успеха относятся:

Холистичность мер поддержки (Стратегическая поддержка развития отрасли как единой системы, а не отдельных акторов; государственная поддержка не только в логике уровней технологической готовности, но и рыночной).

Кластерный подход к географической концентрации компетенций (создание кластеров, специализирующихся на производстве определенных продуктов, интегрирующих промышленные, научные и образовательные организации).

К числу основных технологических факторов успеха относятся:

Политика форсированного развития компетенций (обеспечения роста совокупного компетентностного и технологического потенциала за счет приобретения зарубежных компаний, хантинга зарубежных ведущих специалистов, направления студентов на обучение в ведущие мировые профильные центры науки и образования, развития кадрового потенциала за счет трудоустройства сотрудников на ведущих зарубежных предприятиях, размещенных на территории КНР).

Системность реверс-инжиниринга (ориентация всех локальных игроков рынка на реализацию на регулярной основе реверс-инжиниринга лучших мировых технологических решений в каждой ассортиментной нише, организация производственных процессов под задачу быстрого вывода продукции в серийное производство (прохождения ramp-up - периода).

К числу маркетинговых факторов успеха относятся:

Ценовой демпинг как элемент стратегии рыночного доминирования (в т.ч. благодаря государственной поддержке экспорта на начальных этапах захвата рынка обеспечивается удержание цены на изделие на уровне значительно ниже конкурентов в целях выдавливания других игроков. При этом при значительным насыщении рынка продукцией из КНР цена корректируется в сторону увеличения);

Локализация сервиса в ключевых странах - потребителях (создание более 100 сервисных центров вне территории КНР для оперативной поддержки клиентов);

Централизованное позиционирование средств производства из КНР в рамках международных выставок (системное представительство производителей из КНР на головных и региональных выставочных площадках, субсидируемое государством);

Системное стимулирование академического обмена, предполагающее повышение лояльности к брендам технологического оборудования из КНР среди учащихся профильных образовательных организаций из стран – объектов интереса для Китайской торговой экспансии.

Выводы для российских производителей средств производства

В контексте геополитических ограничений, исключающих прямое сотрудничество с западными технологическими лидерами, ключевым вектором развития российского станкостроения становится комбинация институциональной консолидации, интенсификации внутренних НИОКР и переориентации на альтернативные рынки.

Институциональная модернизация должна быть направлена на формирование замкнутых инновационных экосистем, интегрирующих образовательные, научные организации и производственные кластеры. Это позволит локализовать цепочки создания стоимости и минимизировать зависимость от внешних поставок. Разработка аналога программы «Сделано в Китае 2025» с фокусом на суверенные технологии, такие как отечественные системы ЧПУ, роботизированные комплексы, лазерные и аддитивные решения, может стать важным вектором для фокусировки мер поддержки в рамках Национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации» и иных фискальных и монетарных инструментов государственной политики.

В технологическом аспекте акцент должен сместиться на ускоренное развитие компетенций через реверс-инжиниринг доступных образцов оборудования, закупаемых через третьи страны, а также сотрудничество с технологическими партнёрами из дружественных юрисдикций (БРИКС). Параллельно необходимо стимулировать создание открытых платформ для разработки ПО и цифровых двойников, что позволит снизить зависимость от иностранных разработчиков. Кадровая политика должна включать программы целевой подготовки специалистов в рамках формируемых станкостроительных кластеров (в частности, Пензенский кластер,

формируемый Кировский кластер), с опорой на вузовские центры компетенций и привлечение команд российских учёных, работающих за рубежом.

В рамках маркетинговой стратегии требуется применять гибридную модель, сочетающую демпинговые цены (при поддержке государственных экспортных субсидий) и акцент на адаптивность оборудования к условиям слаборазвитой инфраструктуры. Локализация сервисных центров и создание региональных хабов запчастей в странах-партнёрах (Казахстан, Узбекистан, Египет и др.) повысит доверие к российским брендам. Участие в выставках следует переориентировать на азиатские и ближневосточные площадки, параллельно развивая каналы продвижения, включающие академическую мобильности иностранных студентов, получающих среднее профессиональное и высшее образование.

Таким образом, в условиях изоляции от западных технологий успех экспортной стратегии станкостроения зависит от способности комбинировать суверенизацию критических технологий, гибкое использование альтернативных каналов кооперации и агрессивное позиционирование на перспективных рынках. Реализация этих мер позволит не только сократить зависимость от импорта, но и сформировать нишу для экспорта высокотехнологичных решений, соответствующих запросам развивающихся экономик.

Библиографический список

1. Cavusgil S.T., Knight G., Riesenberger J.R. International business: The new realities. – 5th ed. – Harlow: Pearson Education, 2020. – ISBN 978-1292303376.

2. Khanna T., Palepu K.G. Winning in emerging markets: A road map for strategy and execution. – Boston: Harvard Business Review Press, 2010 - DOI:10.1080/1051712X.2012.666487

3. Knight G.A., Liesch P.W. Internationalization: From incremental to born global // Journal of World Business. – 2016. – Vol. 51, № 1. – P. 93–102. – DOI: 10.1016/j.jwb.2015.08.011.

4. Meyer, Klaus & Peng, Mike. (2015). Theoretical foundations of emerging economy business research. Journal of International Business Studies. 47. 10.1057/jibs.2015.34.

5. Verbeke, A., & Lee, I. H. I. (2021). International Business Strategy: Rethinking the Foundations of Global Corporate Success (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

6. Федеральная таможенная служба Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://customs.gov.ru/ (дата обращения: 10.11.2024).

Еленев Константин Сергеевич – к.э.н., доцент ФГАОУ ВО МГТУ «Станкин», elenev@bk.ru

УДК 330.342

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «АТЛАНТ»)

IMPLEMENTATION OF CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES AT BELARUSIAN ENTERPRISES (ON THE EXAMPLE OF CJSC «ATLANT»)

Зырянова Е.С., Карпенко Е.М.

Zyrianova E.S., Karpenka E.M.

Аннотация: В статье рассматриваются аспекты зеленой экономики, в частности принципы циркулярной экономики, а также направления ее развития в Республике Беларусь на примере конкретного предприятия. Описаны ключевые подходы к реализации мероприятий по внедрению данной модели на территории Республики Беларусь. В качестве рассматриваемого предприятия выступает ЗАО «АТЛАНТ». Подробно излагаются цели руководства по системе менеджмента окружающей среды и стратегии, которые способствуют предотвращению загрязнения окружающей среды производственными процессами.

Abstract: The article examines aspects of the green economy, particularly the principles of the circular economy, as well as the directions of its development in the Republic of Belarus using the example of a specific enterprise. Key approaches to the implementation of measures to introduce this model in the territory of the Republic of Belarus are described. The enterprise in question is ATLANT CJSC. The objectives of the environmental management system and strategies that help prevent environmental pollution from production processes are described in detail.

Ключевые слова: циркулярная экономика, Республика Беларусь, ЗАО «АТЛАНТ», окружающая среда, устойчивое развитие, принципы ESG.

Keywords: circular economy, Republic of Belarus, CJSC "ATLANT", environment, sustainable development, ESG principles.

В основе понятия устойчивого развития лежат такие фундаментальные вещи как экономическое развитие, социальный прогресс и ответственное отношение к окружающей среде. Для достижения необходимого качества данных направлений в области улучшения уровня жизни применяются различные концепции и принципы. Так, например, модель ESG (environmental, social, and governance) охватывает пути совершенствования сразу в экологической сфере, социальной и управленческой. Циркулярная экономика является основной составляющей стратегии зеленой экономики. Данная концепция подразумевает бережное отношение к окружающей среде, рациональное использование природных ресурсов, грамотное обращение с отходами производства. Одновременно с этим происходит процесс улучшения экономических показателей и совершенствование политики управления существующими активами,

фондами, запасами и материалами [1]. Рассмотрим подробнее как принципы циркулярной экономики могут повлиять на устойчивое развитие предприятий и страны в целом.

Итак, модель «экономики замкнутого цикла» состоит из трех основных положений:

1) предотвращение увеличения количества отходов и вследствие загрязнения окружающей среды посредством производства продукции, которую можно использовать повторно;

2) увеличение периода использования продукции и материалов путем повышения их долговечности;

3) возобновление породных ресурсов и проектирование циркулярных бизнес-моделей или замкнутой цепочки поставок.

В Республике Беларусь ведущими направлениями развития циркулярной экономики являются [2]:

– экодизайн;

– ресурсоэффективное производство;

– промышленный симбиоз;

– сфера упаковки;

– шеринговая экономика.

На законодательном уровне также закрепляются различные программы, в которых находит свое отражение циклическая экономика. К числу таких проектов относится Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года, одобренная на заседании Президиума Совета Министров Республики Беларусь. Также в 2012 году были законодательно закреплены положения о расширенной ответственности производителей и поставщиков товаров и упаковки [3]. Данная программа способствует улучшению процессов в области рационального сбора и использования отходов, предусматривая при этом сокращение издержек на обращение с ними. Таким образом производитель является полностью ответственным за изготовление своей продукции на каждой стадии производственного цикла изделия, а также за постпродажное обслуживание.

Кроме вышеприведённых мероприятий также вступили в силу различные региональные программы: программа развития циркулярной экономики Брестской области и план перехода к циркулярной экономике в Могилевской области на период до 2025 года [3].

Стратегия грамотного и эффективного обращения с отходами подразумевает предотвращение их образования. Это достигается путем применения основ ведущих направлений развития циркулярной экономики. Так, например предлагается повышать ресурсоэффективность производства, улучшать экологичность выпускаемой продукции, формировать культуру ответственного потребления товаров.

В случае промышленных организаций также постепенно разрабатываются планы об экологизации производств. Уже сейчас на предприятиях Республики Беларусь реализуются различные мероприятия по внедрению энергоэффективных технологий и оборудований, о борьбе с излишними отходами посредством их переработки, вовлечению в топливный баланс возобновляемых источников энергии и другие [3].

Подробнее процесс использования принципов циркулярной экономики рассмотрим на конкретном предприятии, которым в данной статье выступает ЗАО «АТЛАНТ».

Согласно миссии и корпоративным ценностям предприятия, которые находят сове отражение в корпоративной политике организации, на ЗАО «АТЛАНТ» была разработана, а в результате и внедрена с последующей организацией поддержки в надлежащем состоянии система менеджмента окружающей среды в соответствии со всеми требованиями СТБ ISO 14001. Данное руководство действует с сентября 2001.

Целями руководства по системе менеджмента окружающей среды являются следующие:

– осуществление руководства подразделений предприятия в соответствии с закреплённой политикой по части охраны окружающей среды, а также охраны труда;

– определение факторов экологической составляющей ЗАО «АТЛАНТ»;

– проектирование и в последствии применение на практике мер по снижению вредного воздействия хозяйственной деятельности на экосистему;

– составление порядка и требований функционирования организационно-технических служб ЗАО «АТЛАНТ» в вопросе о сохранении окружающей среды;

– обеспечение непрерывности системы экологического менеджмента и реализацию ее требований на основе управления изменениями;

– обучение персонала требованиям системы менеджмента окружающей среды в соответствии с СТБ ISO 14001, а также предоставление и распространение экологических знаний.

Таким образом, данное руководство обеспечивает эффективный контроль за следом, который остается в результате функционирования предприятия и подробные инструкции каким образом должна быть построена деятельность, чтобы ущерб окружающей среде стремился к нулю. Цели в области окружающей среды принимают во внимание такие факторы, как:

– достаточно губительные обстоятельства для окружающей среды;

– соблюдение или несоблюдение правовых и нормативных требований;

– гарантированное осуществление систематичного совершенствования природоохранной деятельности;

– цели обязаны иметь технико-экономическую выгоду для предприятия, а также возможность осуществления в рамках существующей деятельности.

Данные аспекты являются основой для разработки планов мероприятий по охране окружающей среды. Для формулирования целей и составления планов обеспечения экологичного производства привлекаются такие специалисты как:

– специалисты отдела организации технико-экономического контроля;

– специалисты отдела главного энергетика, логистики, главного механика и технического развития, хозяйственного отдела;

– руководители структурных подразделений;

– главный инженер ЗАО «АТЛАНТ».

Определение показателей экологической результативности политики, целей и планов Минского завода холодильников и Завода бытовой техники осуществляется путем подготовки и досконального изучения темы экологизации производств. Оценка производится, опираясь на понимание экологических факторов, как они влияют на экосистему в целом, какой след оставляет за собой функционирование организации и как можно улучшить производственный процесс изделий, которые пагубно воздействуют на окружающую среду.

В результате изучения последнего могут всплыть различного рода нарушения или недостатки в техпроцессе изготовления товара, или на других стадиях его жизненного цикла, что для нас является потенциальным улучшением в работе. Так, например можно устранить возможность образования аварийных ситуаций, пагубное влияние на состояние работников или потребителей, а также непосредственно на экологию. Кроме того, мы сможем получить сумму дополнительной прибыли устранив так называемые резервы, которые возникают в результате неграмотного менеджмента производственного процесса. Таким образом можно устранить недочеты на стадиях от приобретения, транспортирования и хранения материалов для изготовления продукции до организации надлежащего постпродажного обслуживания. В этот промежуток также входит соответствующее обращение со здоровьем сотрудников, обеспечение им безопасности, снабжение необходимых теплоэнергоресурсов, эффективное поддерживание всего технологического процесса и другие.

На ЗАО «АТЛАНТ» существует система оценки эффективности природоохранных мероприятий, положительным результатом которой является показатель того насколько меры по сохранению экосистемы оказались продуктивными. Такая оценка на предприятии проводится ежегодно на основании изменений в течение года различных способов давления на

окружающую среду. К ним относится сокращение вредных выбросов в атмосферу, рациональное обращение с отходами, в том числе снижение количества тех, которые отправляются на полигоны, снижение энергопотребления и водопотребления и другие.

Таким образом, видно, как ЗАО «АТЛАНТ» старательно внедряет в свое производство принципы циркулярной экономики, благодаря чему в будущем сможет позиционировать себя как предприятие свободное от негативного следа в отношении окружающей среды. Это поможет ему закрепить свои позиции на рынке, снизить издержки, привлечь большее количество новых поставщиков и покупателей, что приведет к увеличению продаж, а также повысит доверие к бренду.

Библиографический список

1. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions [Electronic resource] / Julian Kirchherr [et al.]. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835. (date of access: 20.10.2024).

2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2024/june/77967/ , свободный

3. НАЦИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ развития экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики) Республики Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Ctrategija-TsE-24.08.2023.pdf , свободный.

4. ATLANT логистике [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://atlant.by/?ysclid=m26rviw4km648662974 , свободный.

Зырянова Елизавета Сергеевна – Белорусский национальный технический университет, студент, elizavetazyranova718@gmail.com.

Карпенко Елена Михайловна – д.э.н., профессор, профессор кафедры инженерной экономики Белорусского национального технического университета, emkarpenko@mail.ru

УДК 339

ТАМОЖЕННЫЙ АУДИТ КАК МЕХАНИЗМ СОКРАЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

CUSTOMS AUDIT AS A MEANS OF REDUCING LOGISTICAL COSTS IN THE IMPLEMENTATION OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY

Ивочкина П.С.

Ivochkina P.S.

Аннотация: в статье рассмотрено понятие и сущность таможенного аудита, проанализирован отечественный и зарубежный опыт внедрения механизма таможенного аудита, выделены преимущества таможенного аудита перед фактическим таможенным контролем при ввозе товаров, описаны предпосылки перехода к такой форме таможенного контроля, а также трудности, с которыми сталкиваются таможенные администрации при внедрении рассматриваемого механизма.

Abstract: ehe article examines the concept and essence of post-clearance audit, analyzes domestic and foreign experience in implementing a post-clearance audit, highlights the advantages of post-clearance audit over actual customs control when importing goods, describes the prerequisites for the transition to this form of customs control, as well as the difficulties faced by customs administrations when implementing the mechanism in question.

Ключевые слова: таможенный аудит, таможенный контроль после выпуска товаров, система управления рисками.

Keywords: post-clearance audit, risk management system in customs.

Товарооборот России с государствами, не входящими в Евразийский экономический Союз (ЕАЭС), снизился незначительно за последние 4 года, несмотря на нестабильную политическую ситуацию. По данным Федеральной таможенной службы Российской Федерации в 2021 году он составил 789,43 млрд. долларов США, в 2022 – 847,8 млрд. долларов США, в 2023 – 710,6 млрд. долларов США, а в 2024 году 716,9 млрд. долларов США [10]. Все товары, перемещаемые через таможенную границу ЕАЭС, подвергаются таможенному контролю и, как правило, таможенные органы не ограничиваются документальным контролем, а прибегают к фактическому контролю на таможенных постах, где товар пересекает границу. Вследствие этого, время пребывания товара на таможенных постах увеличивается, и вместе с ним растет и нагрузка на таможенные посты. Это влечет за собой сразу несколько негативных последствий.

В первую очередь, простой товарных партий на границе в ожидании проведения фактического таможенного контроля приносит издержки импортерам этих товарных партий, в

результате чего товар может потерять конкурентные преимущества или даже стать нерентабельным.

С другой стороны, уделяя много времени фактической проверке одной товарной партии, таможенный орган может пропустить практически без внимания другую. Известно, что при таможенном досмотре, который является распространенной формой таможенного контроля, таможня может брать образцы и пробы перевозимой продукции для экспертизы или проверять продукцию на соответствие товара установленным в нормативных документах техническим характеристикам, что занимает много времени и требует привлечения двух и более должностных лиц таможенного органа [5]. В то же время, другие товарные партии могут быть пропущены без применения фактического контроля, только на основании представления соответствующих документов. Не исключены сценарии, когда вместе с такими партиями товаров на территорию ЕАЭС проникают опасные грузы. Особенно проблема актуальна в случае, если пункт пропуска через таможенную границу не оснащен инспекционно-досмотровыми комплексами [6]. При таких условиях, велика вероятность, что время должностных лиц таможенного органа будет потрачено на пресечение выпуска в обращение товаров, которые не соответствуют заявленным характеристикам, однако не представляют реальной опасности для населения, вместо пресечения ввоза действительно опасных запрещенных товаров (например, наркотических средств или оружия).

Стремясь ликвидировать негативные последствия высокой загруженности таможенных постов, ФТС России приняла решение об увеличении роли такой формы таможенного контроля как таможенная проверка, то есть проверка товаров после их выпуска с применением других форм и мер таможенного контроля. Это направление развития таможенного контроля впервые было включено в Стратегию развития таможенной службы до 2020 года и остается приоритетным согласно Стратегии развития таможенной службы до 2030 года [4]. Таким образом, фокус смещается на проверку уже ввезенных товаров, что позволяет разгрузить пункты пропуска и дать им сконцентрироваться на недопущении на таможенную территорию ЕАЭС опасных товаров. Безусловно, важнейшей частью этого процесса является дооснащение таможенных постов высокотехнологичными средствами таможенного контроля, которые позволят быстрее и точнее обнаружить сокрытые товары. Результатом внедрения таких изменений станет следующая схема проведения таможенного контроля: при пересечении таможенной границы транспортные средства досматриваются с целью выявить скрытые отсеки или иные способы сокрытия товаров, после чего, если нарушений не обнаружено, товары выпускаются под заявленную таможенную процедуру. Контроль качества товаров и их полного соответствия предоставленным в процессе декларирования документам проводится после выпуска товаров.

С условием дооснащения всех приграничных пунктов пропуска современными средствами таможенного контроля, такой уровень досмотра можно осуществить в кратчайшие сроки без потери его эффективности [3].

Несмотря на то, что снижение нагрузки на приграничные таможенные посты имеет такие преимущества как снижение среднего времени таможенного оформления и снижение оборота запрещенных к обороту товаров, есть и значительный недостаток. Уже ввезенные на таможенную территорию и выпущенные в обращение товары сложнее отследить и провести в их отношении таможенную проверку. Тем не менее, существуют механизмы, позволяющие организовать такую проверку и сделать ее не менее эффективной, чем проверка непосредственно на пункте пропуска через границу. Одним из таких механизмов выступает система таможенного аудита [8].

Понятие таможенного аудита впервые введено Всемирной Таможенной организацией (ВТамО) более 20 лет назад и определено как контроль достоверности сведений, указанных в таможенных декларациях, путем изучения документов бухгалтерского учета и других коммерческих документов. ВТамО выделяет следующие цели внедрения таможенного аудита:

1. Убедиться, что таможенные платежи были верно определены и уплачены в полном объеме в соответствующие сроки.
2. Гарантировать правильность декларирования товара, в том числе соблюдения запретов и ограничений.
3. Обеспечить соблюдение условий, касающихся конкретных соглашений и разрешений, например, предварительную аутентификацию транзитных документов, преференциальные сертификаты происхождения/передвижения, лицензии, квоты, а также проведение упрощенных процедур [12].

Преимуществами таможенного аудита, по сравнению с применением полного комплекса мер таможенного контроля при пересечении границы, ВТамО названы упрощение внешней торговли и ускорение обращения товаров, более эффективное распределение ресурсов таможенных органов, упрощение внедрения системы управления рисками и ее работы посредством накопления большого количества подробной информации о каждом участнике внешнеэкономической деятельности. Рекомендации по внедрению таможенного аудита были закреплены в Конвенции об упрощении и гармонизации таможенных процедур, что окончательно доказывает признание таможенного аудита полезной и эффективной практикой со стороны международного сообщества [1].

В рамках проведения таможенного аудита участник ВЭД добровольно обращается в компанию, которая предоставляет услуги таможенного аудита, после чего такой компанией

проводится проверка всей внутренней документации, в которой отражены общие сведения об обратившемся участнике ВЭД, а также сведения о внешнеэкономической деятельности проверяемого лица. В аудиторском заключении отражаются сведения, выявленные в процессе проведения аудита, в числе которых объем внешнеэкономической деятельности, применяемые таможенные процедуры, формы расчёта по внешнеторговым операциям, сведения о классификации товаров, о полноте и достоверности документов, подтверждающие заявленные сведения о таможенной стоимости товаров, о достоверности страны происхождения товаров, о соблюдении запретов и ограничений. Отдельно проводится аудит порядка ценообразования при реализации на внутреннем рынке импортируемых товаров. На основании собранной информации формулируются выводы о наличии или отсутствии нарушений при ведении внешнеэкономической деятельности. При формулировании выводов аудитор опирается на действующее законодательство и дает ссылки на конкретные нормативно-правовые акты. В дальнейшем, аудиторское заключение принимается во внимание при проведении таможенного контроля после выпуска товаров и, в случае если аудитор не выявил нарушений таможенного законодательства, участник ВЭД может быть освобожден от применения таможенного контроля. Во многом, таможенный аудит схож по механизму проведения с широко применяемым в России бухгалтерским аудитом [2].

Компании-аудиторы в случае внедрения такой системы стоят на учете у таможенных органов и несут ответственность за представление аудиторских заключений, не отражающих реальную деятельность предприятия или отражающих ее некорректно [9]. Таким образом, таможня делегирует часть своих функций, сохраняя при этом контроль над деятельностью участников ВЭД по обороту товаров на международных рынках. Для участников ВЭД же преимущество внедрения таможенного аудита состоит в том, что они могут осуществить проверку своей деятельности без негативных последствий, даже в случае, если будут выявлены недочеты. В ситуации, когда аудитор выявляет незначительные ошибки в оформлении документов или обнаруживает, что таможенные платежи были уплачены не в полном размере, участник ВЭД может исправить такие недочеты до того, как таможенный орган выявит их в ходе таможенной проверки после выпуска товаров. На основании аудиторского заключения участнику ВЭД не может грозить ни административная, ни уголовная ответственность, в то время как таможенный орган не оставляет времени на исправление ошибок при выявлении неправомерных действий декларанта.

Нельзя не отметить, что таможенный орган благодаря анализу аудиторских заключений получает огромный массив данных с подробным описанием всей внешнеэкономической деятельности каждого участника ВЭД. С использованием современных технологий хранения и

анализа больших массивов данных (big data) появляется возможность автоматического категорирования участников ВЭД и последующего применения профилей риска при проведении таможенного контроля [7].

Помимо зарубежного опыта применения таможенного аудита и теоретических разработок в этой сфере, мы можем анализировать отечественный эксперимент по внедрению таможенного аудита, проводившийся ФТС России с 08.11.2021 года по 30.04.2022 года [11]. Несмотря на то, что сведения, полученные в результате проведения эксперимента, подтверждают гипотезы о более эффективном распределении ресурсов таможенных органов, а также об упрощении процедуры товарооборота, дальнейших шагов к полномасштабному внедрению аудита сделано не было. Отсутствие иных обоснований от ФТС России при отчете об успешных результатах эксперимента заставляют полагать, что дальнейшему внедрению аудита препятствует нестабильная политическая и экономическая ситуация.

Подводя итоги отметим, что внедрение таможенного аудита влечет за собой положительные изменения во внешней торговле как для участников ВЭД, так и для таможенных органов, однако для полноценного перехода на такую систему таможенного контроля необходимо в значительной мере поменять привычные и для таможенных органов, и для участников ВЭД правила, что небезопасно и тяжело реализуемо в период политической и экономической нестабильности. На данный момент таможенные органы сосредоточены на постепенном увеличении роли таможенного контроля после выпуска товаров, что может стать фундаментом для внедрения таможенного аудита в будущем.

Библиографический список

1. Международная конвенция об упрощении и гармонизации таможенных процедур [совершено в Киото 18.05.1973] – Текст : электронный // Собрание законодательства РФ. 08.08.2011. N 32. Ст. 4810.

2. Федеральный закон от 30 декабря 2008 г. № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности». [Электронный ресурс] URL: https://minfin.gov.ru/ru/perfomance/audit/basics/npa?id_57=27180-federalnyi_zakon_ot_30_dekabrya_2008_g.__307-fz_ob_auditorskoi_deyatelnosti (Дата обращения: 19.05.2025)

3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.05.2020 № 1388-р – Электронный ресурс. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/564952866 (Дата обращения: 20.05.2025)

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.12.2012 № 2575-р – Электронный ресурс. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902391333 (Дата обращения: 20.05.2025)

5. Письмо ФТС России от 06.02.2020 № 01-11/06458 "О направлении рекомендаций" – Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/20p06458/ (Дата обращения: 19.05.2025)

6. Агамагомедова С.А. Контрольная функция таможенных органов в Стратегии развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года // Таможенное дело. 2020. № 3. С. 3–6.

7. Куроптев Н.Б. О внедрении таможенного аудита в Российской Федерации // Бюллетень инновационных технологий. 2024. Том 8 № 4 (32) С. 30-34.

8. Сергеев В.А., Зыков А.А. Понятие таможенного аудита и его организация на современном этапе развития таможенного контроля // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Том 14. № 2А. С. 233-243. DOI:10.34670/AR.2024.40.87.059

9. Скворцова В.А. Лучшие практики в сфере таможенного аудита: опыт Финляндии // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 12-4 (63) С. 46-51.

10. Федеральная таможенная служба. Итоги внешней торговли со всеми странами - https://customs.gov.ru/statistic/vneshn-torg/vneshn-torg-countries (Дата обращения: 19.05.2025)

11. Федеральная таможенная служба. Таможенный аудит - https://customs.gov.ru/uchastnikam-ved/tamozhennyj-audit (Дата обращения: 20.05.2025)

12. GUIDELINES FOR POST-CLEARANCE AUDIT (PCA) VOLUME 1 – https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/enforcement-and-compliance/tools-and-instruments/pca-guidelines-volume-1.PDF (Дата обращения: 19.05.2025)

Ивочкина Полина Сергеевна – обучающаяся 5 курса по специальности 38.05.02 «Таможенное дело» ФГБОУ ВО «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта А.А. Леонова».

УДК 658.3

ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АДМИНИСТРАТИВНО-УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА
CHRONOLOGICAL METHOD FOR ASSESSING THE PERFORMANCE OF ADMINISTRATIVE AND MANAGEMENT PERSONNEL

Карпенко В. М., Тишкевич М. В.

Karpenko V. M., Tishkevich M. V.

Аннотация: в статье рассмотрен принцип развития и продвижения кадров на примере типового промышленного предприятия, а также предложен хронологический критерий оценки эффективности работы административно-управленческого персонала.

Abstract: the article discusses the principle of development and promotion of personnel using the example of a typical industrial enterprise, and also proposes a chronological criterion for assessing the effectiveness of administrative and managerial personnel.

Ключевые слова: хронологический критерий; оценка эффективности управленческого персонала; оценка эффективности; линейно-функциональная структура; промышленное предприятие; оценка карьерного роста; меритократия.

Keywords: chronological criterion; assessment of the effectiveness of management personnel; performance assessment; linear-functional structure; industrial enterprise; career growth assessment; meritocracy.

Целью написания данной статьи служит выведение количественного показателя, способного оценить во времени как эффективность развития управленческой группы в целом, так и отдельных специалистов.

Эта цель особенно важна, поскольку при условии наличия развитых промышленных технологий в современности и сохранения темпов технологического развития, фокус развития с особенным тщанием перенаправляется с капитала на фактор труда.

Итак, в данной статье последовательно будет рассмотрен механизм перевода управленцев разных уровней на более высокие должности и принцип выбора кандидата для перехода, а также показатель, помогающий выбрать нужного кандидата.

Изучить данный вопрос необходимо на конкретном примере компании из производственного сектора, так как именно материальное производство является основой реальных показателей работы экономики [2]. Компания-пример обладает типичной для представителей этой части экономики линейно-функциональной организационной структурой управления.

Структура разделена на четыре основных уровня и четыре соответствующие им высшие должности:

1) Бригада – мастер
2) Цех – начальник цеха
3) Завод – директор завода
4) Холдинг – генеральный директор

На примитивном уровне получается четыре управляющих, однако если рассматривать уровни более подробно, цепь должностей должна начаться с одного человека и одним же должна закончиться. На самом нижнем уровне закономерность этого объясняется малым количеством задач и простотой таковых, поскольку работа мастера в сущности сводится к организации производственного процесса у десяти-пятнадцати сотрудников, составлению простой отчётности и прочему.

На верхнем же уровне остаётся генеральный директор, который делегирует разнородные функции – экологические ли, материально-технические ли, финансовые ли – соответствующим функциональным директорам. Задача же генерального директора состоит в апофеозе планирования, в выработке стратегии.

Но это касается только высшей на каждом уровне должности. Фактически же необходимо содержать также ряд сотрудников, оказывающих поддержку этой высшей должности. Например, функциональных директоров на высшем уровне или инженерно-технический персонал на уровне цеха или завода.

При этом, оптимальным решением было бы создать несколько должностей вместо одной, исходя из тех же соображений объёма и сложности работ, а также из потребности обеспечить эффективную кадровую политику, о которой будет сказано ниже.

Итого, на каждом уровне работы предприятия возникают управленческие команды, которые при правильной организации образуют синергию, то есть новый потенциал, величина которого больше суммы потенциалов частей целого.

Синергия в этом конкретном случае означает сумму знаний и навыков, имеющихся у каждого члена команды, а также их организационное единство и мотивированность. Два последних фактора помогают, верно, распределить знания сотрудников по всем задачам и создать таким образом эффективно работающую команду, не имеющую откровенно слабых мест в какой-либо сфере деятельности. Различия команд на разных уровнях состоят в основном в масштабах задач, поскольку организация бригады значительно проще создания, например, верной стратегии развития всего холдинга.

Так как человек проводит в труде большую часть жизни, за такой длительный срок можно развить и выбрать наилучшие кадры для высшего руководства организации, постепенно продвигая конкретных сотрудников на более высокие позиции.

Переход такого рода в его необходимости обуславливается диалектическим законом перехода количества в качество, в соответствии с которым количество, изменяясь, постепенно меняет и качество, будучи связанным с последним в категории меры [1]. Последовательная цепь таких переходов образует так называемую узловую линию меры, примером которой является описанная выше структура организации или описанная ниже структура должностей.

Помимо необходимости логической, переход обусловлен и необходимостью карьерной, субъективно-личностной. Человеку нужно постоянное увеличение заработной платы для повышения материального благосостояния, рост его навыков для осознания личностного роста, смена конкретных задач для снижения риска так называемого выгорания. Эту триаду можно назвать условиями роста.

Обеспечение выполнения данных условий является основанием для правильного и долгосрочного карьерного роста, когда сотрудник сохраняет собственную норму эффективности, доволен ростом оплаты и собственных навыков.

В этом процессе также явно проявляется диалектический закон перехода количества в качество, но уже на индивидуальном уровне.

Для обеспечения такого процесса с практической стороны требуется разделить работу сотрудника на функции, а потом создать множество должностей под каждую функцию. Периодический переход по этим должностям обеспечил бы выполнение изложенных выше условий роста с одной стороны, но потребовал бы больше затрат на персонал с другой, а потому такая структура несомненно подходит для достаточно больших организаций, которые продолжают своё активное развитие и ростом выручки могут покрыть новые расходы на персонал без существенной потери прибыли.

Итак, функции управления в общем виде сводятся к следующим [3]:

1) Планирование. Функция заключается в построении видения будущего состояния организации на основе наличных данных о ней.
2) Организация. Эта функция состоит в построении слаженной работы как отдельных управленческих единиц организации, так и всей структуры.
3) Мотивация. Она подразумевает поддержание вовлечённости, эффективности и трудоспособности персонала.
4) Контроль заключается в сличении текущих показателей с плановыми, сборе данных о работе организации, об эффективности отдельных подразделений и прочем.

Например, на уровне бригады как наименьшей управленческой единицы, функции мастера могут быть расчленены на несколько должностей (см. Таблица 1). Помимо собственно

мастера, выражающего функции организации и мотивации, может быть создана должность нормировщика, выражающего функцию контроля, должность ответственного за планирование на уровне бригады, выражающую, очевидно, функцию планирования.

В необходимости последней должности могут возникнуть сомнения, но занятый там сотрудник может, например, рассчитывать личный план для каждого рабочего на основании работы нормировщика. При этом, данные, несомненно, должны передаваться на более высокие уровни для повышения точности, конкретности и эффективности управленческих решений.

При этом, сохраняется ряд важных моментов, влияющих на количество должностей и скорость перехода. Основным условием качественной, мобильной, расширяемой и эффективной структуры является наличие достаточного количества денежных средств в организации, которые позволят содержать новые должности и обеспечивать рост заработной платы сотрудникам.

Дополнительным условием можно назвать повышение рисков для компании с описанной структурой, поскольку в условиях ограниченной информированности и рыночной конкуренции не всегда удаётся поддерживать постоянный устойчивый рост результирующих показателей хозяйственной деятельности. Во избежание роста геронтократии в компании и замедления продвижения по карьерной лестнице перспективных сотрудников, требуется либо расширять область деятельности холдинга на новые стратегические зоны хозяйствования, расширяя таким образом и управленческий аппарат, либо постоянно сокращать неэффективных сотрудников, освобождая место для продвижения новых и экономя денежные средства.

Таблица 1.

Пример структуры должностей в типовой производственной организации

№	Уровень управления	Название должности
1	Бригада	Рабочий
2		Нормировщик
3		Ответственный за планирование в бригаде
4		**Мастер**
5	Цех	Механик цеха
6		Инженер цеха
7		Сотрудник отдела материально-технического снабжения цеха
8		**Начальник цеха**
9	Завод	Главный инженер
10		Главный бухгалтер
11		Главный механик

12		Заведующий материально-техническим снабжением
13		**Директор завода**
14	Холдинг	Финансовый директор
15		Технический директор
16		Коммерческий директор
17		Директор по вопросам экологии
18		Директор по вопросам юриспруденции
19		Директор по кадрам
20		**Генеральный директор**

В зависимости от организации, от специфики её деятельности и характера внутренних процессов, должности, несомненно, будут различаться. Где-то функции рациональнее соединить, а где-то – распределить и создать дополнительные отделы, данная структура носит лишь иллюстративный характер, необходимый для лучшего понимания изложенного в статье рассуждения о переходе сотрудников с уровня на уровень и количественной оценке возможности этого.

Итак, примерная структура должностей для предприятия выведена и условия её работы обозначены. Теперь нужно изложить принцип выбора кандидата для перехода и показатель количественной оценки его возможности.

Менеджмент напрямую материальным производством не занимается, а значит натуральные величины для этой части сотрудников не подходят. Стоимостные показатели также не вполне объективны, так как оценивают сразу и эффективность рабочих, и эффективность управленца.

Такой показатель может быть использован только в одинаковых условиях при сравнении руководства одним и тем же коллективом разными управляющими.

В общем же виде показатели эффективности управления разделяются на следующие виды: показатели степени достижения целей организации, показатели роста/снижения экономичности, показатели прибыльности, показатели время-затрат, показатели выработки, показатели внедрения новшеств в производство.

Как правило, единичные функции работы управляющего заключают в себе крайне схожие работы. Вкупе с незначительностью каждой отдельной операции, их рациональнее всего оценивать по *хронологическому критерию*. Основан он на предположении о постепенном снижении длительности проведения той или иной операции с ростом навыка сотрудника, что позволяет достигать результата быстрее.

Рост же навыков отдельного сотрудника здесь демонстрируется снижением длительности выполнения текущих операций с увеличением его опыта, а в момент снижения или даже остановки темпов снижения время-затрат можно говорить о достижении

сотрудником точки высшего развития в данной единичной области и о необходимости перевода его на другую должность с незначительным повышением заработной платы.

Величина прибавки к оплате труда, должна быть основана на ряде критериев, таких как имеющийся набор полностью развитых навыков (см. предыдущий абзац), сложность новой работы (например, переход между должностями функциональных директоров несколько проще в каждом отдельном случае, чем работа генерального директора, который своим стратегическим видением должен “объять необъятное”), а также выявленные путём нормирования личные характеристики сотрудника.

К последним может относиться, например, его личная скорость освоения навыков и адаптации к новой работе, выраженная в виде среднего времени от стадии заметного снижения время-затрат до стадии полного освоения навыка в каждом отдельно взятом случае.

Например, начиная работу нормировщиком на самом нижнем уровне управления, человек осваивает работу за три месяца. Через некоторое время его переводят на должность ответственного за планирование в бригаде, где он осваивает работу за пять месяцев. После чего он попадает на должность мастера, где осваивается, например, полгода. Итого, средняя индивидуальная скорость освоения знаний составляет у него 4,67 месяца.

Например, за пять лет работы организации можно накопить статистику и вывести некую норму скорости освоения типовой работы. Тогда сотрудники, осваивающие навыки быстрее нормы, получают приоритет в повышении.

Дополнением к хронологическому критерию, актуальному для любых управленческих задач, хорошим показателем послужит степень выполнения плановых задач, выражаемая в виде частного от деления фактического показателя за отчётный год на плановый показатель. Перевыполнение планов может являться одним из оснований для продвижения сотрудника на более высокую позицию в иерархии.

Для всей управленческой команды хронологический критерий можно специфицировать. Так, условием работы обычно является некий проект или план, спускаемый команде вышестоящим начальством. Возвращаясь к уже описанному выше операционалистскому подходу, можно выделить время затраты на освоение типового производственного проекта. Команда инженерно-технического отдела, например, с ростом навыков и повышением квалификации будет быстрее и точнее выполнять проекты по техническим заданиям, а связанный с ними планово-экономический отдел – быстрее и точнее рассчитывать экономические показатели инженерного проекта.

В слове “быстрее” заключён вышеизложенный хронологический критерий, а в слове “точнее” – третий критерий, которым является количество доработок проекта. Например, на

совещании представляется проект и его экономическая эффективность. Руководитель команды утверждает, что проект нуждается в доработке в соответствии с требованиями заказчика о функциональных характеристиках продукта или о его стоимости и отправляет проект на доработку. Например, исходя из требования экономичности, можно заменить материал изделия на более дешёвый, что нужно согласовать с инженерно-техническим отделом, а на это требуется время, что в рамках производственного холдинга ведёт к простоям завода и дополнительным издержкам на оплату труда, чего руководству хотелось бы избежать. Ошибки же такого рода происходят отчасти из-за неверного понимания технического задания и сущности работы, то есть ошибки являются следствием неэффективности менеджмента. Следовательно, количество доработок необходимо снижать.

Итого, мы имеем три критерия: хронологический, плановый и когнитивный (критерий доработок). Они помогают оценить эффективность и скорость роста как команды, так и отдельных сотрудников и определить наилучших кандидатов на продвижение по карьерной лестнице.

Дальнейшие направления исследования сводятся к развитию критериев оценки, сбору статистики и выведению их нормативных значений. Также, следует формализовать нормативные потери времени в различных операциях и, возможно, составить прогнозную модель развития как отдельно взятых сотрудников, так и рабочих групп на основе вышеизложенной теории.

Библиографический список

1. Г. В. Ф. Гегель. Наука логики. Том I. Объективная логика [пер. с нем. Б. Г. Столпнера]. — Primedia E-launch LLC, 2017 — 540 с. - ISBN 978-1-64008-540-4

2. Мэнкью Н. Г. Принципы Экономикс. — СПб: Питер Ком, 1999. — 784 с, ил. ISBN 5-314-00161-6

3. Э. М. Гайнутдинов [и др.] Основы менеджмента : учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений и слушателей системы переподготовки / Э. М. Гайнутдинов [и др.] ; под ред. Э. М. Гайнутдинова. – Минск : БНТУ, 2014. – 256 с. - ISBN 978-985-525-787-6.

Карпенко Валерий Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и предпринимательской деятельности, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, vmkarpenka@gmail.com

Тишкевич Максим Вячеславович - студент, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, mtikevic11@gmail.com

УДК 338.26

ВНЕДРЕНИЕ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS ROBOTS IN MECHANICAL-BUILDING ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Крысин Г.С., Авсиевич Н.А.

Krysin R.S., Avsievich N.A.

Аннотация: В статье определены выгоды, получаемые предприятиями при использовании автономных роботов в процессе производства. Внедрение автономных роботов, значительно увеличивает производительность, при этом кратно уменьшая затраты на производство.

Abstract: The article defines the benefits received by enterprises when using autonomous robots in the production process. The introduction of autonomous robots significantly increases productivity, while reducing production costs several times.

Ключевые слова: робот, автономное производство, снижение затрат, увеличение производительности машиностроение, Индустрия 4.0

Keywords: robot, autonomous production, cost reduction, increased productivity, mechanical engineering, Industry 4.0

Анализ текущего состояния и перспектив развития машиностроительной отрасли Республики Беларусь свидетельствует о необходимости ускоренного внедрения автономных роботизированных систем на производственных предприятиях. Данная мера является стратегически важной для обеспечения конкурентоспособности отечественного машиностроения в условиях глобализации промышленного производства.

Автоматизированный робот – это устройство или система, способная выполнять определенные действия или задачи без непосредственного участия человека, благодаря заранее запрограммированным алгоритмам.

Преимущества введения автономных роботов в производство:

1) Повышение безопасности.

Данные из различных отраслей промышленности показывают значительное улучшение показателей безопасности при использовании автономных роботов. Например, робот может автономно обнаруживать и предупреждать об утечках газа на химических заводах, помогая предотвращать несчастные случаи, которые могут привести к серьезным травмам или нанесению ущерба окружающей среде. Такое использование автономных роботов для критически важных с точки зрения безопасности задач демонстрирует их ценность в поддержании более безопасной рабочей среды.

2) Экономия средств.

Еще одним существенным преимуществом автономных роботов является их потенциальная экономия средств. Они могут работать непрерывно без необходимости перерывов или смен, что приводит к снижению затрат на рабочую силу. Кроме того, они помогают минимизировать время простоя за счет регулярного обслуживания и своевременного обнаружения проблем, что может сэкономить отраслям миллионы долларов ежегодно.

3) Улучшенное качество продукции.

Автономные роботы также способствуют повышению качества продукции, обеспечивая постоянную и точную работу. Например, в производстве эти роботы могут выполнять точные задачи, такие как сборка и проверка, поддерживая высокие стандарты контроля качества. Такого уровня точности трудно достичь с помощью ручных процессов, и он помогает сократить дефекты и отходы.

4) Гибкость и масштабируемость.

Гибкость и масштабируемость автономных роботов являются важнейшими преимуществами, которые делают их незаменимыми в промышленных операциях. Эти роботы могут быть легко перепрограммированы для выполнения различных задач и адаптации к изменениям в производственных требованиях, что делает их универсальным решением для динамичных промышленных сред. Более того, они могут эффективно масштабировать операции, приспосабливаясь к увеличению объемов производства без необходимости значительных дополнительных инвестиций.

Например, в производстве автономные роботы могут быть быстро перераспределены для выполнения новых задач по мере перенастройки производственных линий, гарантируя, что операции останутся гибкими и будут реагировать на требования рынка. Такая адаптивность особенно ценна в отраслях, где жизненные циклы продуктов короткие, а изменения постоянны.

Недостатки введения автономных роботов в производство:

1) Высокая стоимость внедрения и обслуживания

Промышленные роботы, AGV-системы и коботы требуют значительных капиталовложений, что особенно сложно для предприятий с ограниченным бюджетом.

Дополнительные расходы включают интеграцию в существующие линии, обучение персонала и техническое обслуживание.

2) Нехватка квалифицированных кадров

Белорусские предприятия испытывают дефицит инженеров и программистов, способных настраивать и обслуживать роботизированные системы.

Требуется переподготовка рабочих, что увеличивает затраты и временные издержки.

3) Технологическая отсталость инфраструктуры

Многие заводы используют устаревшее оборудование, несовместимое с современными роботами.

– Для полноценной автоматизации требуется модернизация не только отдельных станков, но и всей логистики предприятия.

4) Сопротивление персонала и социальные риски

Работники могут воспринимать роботизацию как угрозу рабочим местам, что приводит к снижению мотивации или даже саботажу.

Сокращение рабочих мест в некоторых областях может вызвать социальную напряженность.

5) Зависимость от иностранных технологий и санкционные риски

Большинство роботов и систем автоматизации импортируются (из ЕС, Китая, Японии), что делает предприятия уязвимыми к санкциям и логистическим сбоям.

Собственное производство робототехники в Беларуси развито слабо, что усиливает зависимость от внешних поставщиков.

Анализ текущего состояния и перспектив развития машиностроительной отрасли Республики Беларусь свидетельствует о необходимости ускоренного внедрения автономных роботизированных систем на производственных предприятиях. Данная мера является стратегически важной для обеспечения конкурентоспособности отечественного машиностроения в условиях глобализации промышленного производства.

Основные аргументы в пользу роботизации производственных процессов сводятся к следующим аспектам:

Во-первых, автоматизация технологических операций позволяет существенно повысить производительность труда. Роботизированные комплексы демонстрируют стабильно высокие показатели точности обработки и повторяемости операций, что приводит к сокращению производственного брака и повышению качества выпускаемой продукции. Для экспортно-ориентированных предприятий, таких как ОАО "БелАЗ" и ОАО "МТЗ", это означает укрепление конкурентных позиций на международных рынках.

Во-вторых, внедрение робототехники решает проблему дефицита квалифицированных кадров для выполнения технологически сложных операций. Особенно актуально это для сварочных, окрасочных и сборочных процессов, где требования к качеству исполнения постоянно ужесточаются. Автоматизация данных участков производства позволяет минимизировать влияние человеческого фактора на конечный результат.

В-третьих, современные роботизированные системы обеспечивают гибкость производственных линий, что особенно важно в условиях необходимости частой переналадки оборудования под выпуск новых моделей продукции. Это соответствует современным требованиям к организации производственных процессов.

Следует отметить, что процесс роботизации требует комплексного подхода, включающего:

1) модернизацию производственной инфраструктуры
2) подготовку и переподготовку персонала
3) разработку соответствующих нормативно-технических документов
4) создание системы технического обслуживания оборудования

Несмотря на значительные капитальные затраты на начальном этапе, экономический эффект от внедрения роботизированных систем проявляется в среднесрочной перспективе за счет снижения себестоимости продукции, повышения производительности и улучшения качества изделий.

На сегодняшний день внедрение автономных роботов на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь постепенно набирает обороты, хотя и отстает от мировых лидеров в области роботизации. Крупные промышленные гиганты, такие как МАЗ, БелАЗ и МТЗ, уже активно используют промышленных роботов для выполнения сложных операций, включая сварку, покраску и сборку. Например, на БелАЗе роботизированные сварочные комплексы позволяют повысить точность и производительность при изготовлении карьерной техники.

Автономные транспортные системы, такие как автоматизированные тележки (AGV), начинают применяться для логистики внутри заводов. Минский автомобильный завод использует подобные решения для перемещения деталей между цехами, что сокращает время простоя и снижает нагрузку на персонал.

В сфере обработки материалов также наблюдается прогресс: современные CNC-станки с автоматической загрузкой деталей внедряются на предприятиях вроде "Гомсельмаша". Эти системы позволяют ускорить производство и улучшить качество обработки металла. Кроме того, в мелкосерийном производстве начинают появляться коллаборативные роботы (коботы), способные работать бок о бок с людьми без дополнительных ограждений. Они применяются для сборки, упаковки и контроля качества.

Планомерное внедрение автономных роботизированных систем на предприятиях машиностроительного комплекса Республики Беларусь является необходимым условием для обеспечения устойчивого развития отрасли в условиях глобальной конкуренции и технологической трансформации. Автоматизация производственных процессов позволит значительно повысить производительность, снизить себестоимость продукции и минимизировать влияние

дефицита квалифицированных кадров. Роботизированные системы обеспечивают высокую точность и стабильность изготовления деталей, что напрямую влияет на качество конечной продукции и конкурентоспособность белорусских предприятий на международных рынках. Кроме того, внедрение современных технологий способствует оптимизации логистики, повышению энергоэффективности и снижению производственных рисков. Учитывая тенденции Industry 4.0, отставание в автоматизации может привести к потере рыночных позиций, поэтому поэтапная роботизация машиностроительного комплекса должна стать одним из ключевых направлений государственной промышленной политики. Для успешной реализации этого процесса необходимы инвестиции в современное оборудование, подготовка специалистов и развитие цифровой инфраструктуры, что в долгосрочной перспективе обеспечит технологический суверенитет и устойчивый рост экономики страны.

Библиографический список

1. Unlocking Efficiency: The Key Benefits of Autonomous Robots in Industrial Operations [Электронный источник]. – Режим доступа: https://keybotic.com/unlocking-efficiency-the-key-benefits-of-autonomous-robots-in-industrial-operations/#:~:text=In%20industrial%20operations%2C%20tasks%20such,focus%20on%20more%20complex%20duties. – Дата доступа: 11.05.2025.

2. What is the Impact and Importance of Robotics in Manufacturing? [Электронный источник]. – Режим доступа: https://www.goodwin.edu/enews/impact-of-robotics-in-manufacturing/ , – Дата доступа: 11.05.2025

3. Robots in the Manufacturing Industry: Types and Applications [Электронный источник]. – Режим доступа: https://novushitech.com/automated-robots-in-the-manufacturing-industry/ , – Дата доступа: 11.05.2025

4. Автономное производство [Электронный источник]. – Режим доступа: https://www.elec.ru/publications/tsifrovye-tekhnologii-svjaz-izmerenija/6100// , – Дата доступа: 11.05.2025

5. Будущее промышленности – Автономное производство индивидуализированных продуктов [Электронный источник]. – Режим доступа: https://www.siemens-pro.ru/articles/siemens-articles-2.html , – Дата доступа: 11.05.2025

Крысин Григорий Сергеевич – студент 3 курса Белорусского национального технического университета (БНТУ), econ@bntu.by,+375291821730

Авсиевич Николай Андреевич – студент 3 курса Белорусского национального технического университета (БНТУ), econ@bntu.by,+375445587090

УДК 339.138

БАРЬЕРЫ И АДАПТАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКИХ ЭКСПОРТЕРОВ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ
BARRIERS AND ADAPTATION STRATEGIES OF RUSSIAN EXPORTERS UNDER SANCTIONS PRESSURE

Окуловский Д.В.

Okulovskiy D.V.

Аннотация: в статье рассматриваются ключевые барьеры, с которыми столкнулись российские экспортные компании в условиях санкционного давления. На основе результатов глубинных интервью и количественных опросов проведён анализ различий в восприятии санкций среди предприятий разного масштаба. Выявлены наиболее значимые препятствия: логистика, расчёты, сертификация, доступ к технологиям. Представлены адаптационные стратегии, применяемые российскими экспортными компаниями.

Abstract: the article examines key barriers faced by Russian export companies under sanctions pressure. Based on in-depth interviews and quantitative surveys, the author analyzes how companies of different sizes perceive and respond to sanctions. The most critical issues identified include logistics, payments, certification, and access to technology. The article also highlights adaptation strategies used by Russian exporters.

Ключевые слова: экспорт, санкции, высокотехнологичные компании, адаптация, барьеры.

Keywords: export, sanctions, high-tech companies, adaptation, barriers.

С 2022 года российские компании, особенно в секторе высоких технологий, оказались в условиях беспрецедентного санкционного давления. В отличие от ограничений 2014 года, новые санкции носили комплексный и системный характер, охватывая практически все сферы высокотехнологичной деятельности. Ограничения затронули широкий спектр деятельности: от логистики и международных расчётов до импорта компонентов и защиты интеллектуальной собственности за рубежом. Для российских экспортеров это стало вызовом, который потребовал не только оперативных мер реагирования, но и разработки долгосрочных адаптационных стратегий. Как отмечает аналитический обзор портала TAdviser, санкционные меры стали нацелены не только на финансовую и энергетическую отрасли, но и на подавление технологического развития России через блокирование доступа к ключевым технологическим ресурсам [1].

Основные последствия санкций 2022 года для высокотехнологичного экспорта

Для анализа последствий санкционного давления и адаптационных механизмов, используемых российскими высокотехнологичными экспортёрами, автором были проведены

эмпирические исследования в два этапа. На первом этапе, в феврале 2023 года, осуществлена серия глубинных интервью с 28 представителями высокотехнологичных компаний, действующих в экспортно-ориентированных отраслях. Эти интервью позволили выявить ключевые барьеры, с которыми сталкиваются предприятия, а также индивидуальные практики адаптации. На втором этапе, в ноябре 2023 и мае 2024 года, были проведены количественные онлайн-опросы с выборками 253 и 243 респондентов соответственно. Использование смешанного подхода (mixed methods) обеспечило более полное понимание различий между малым, средним и крупным бизнесом, а также позволило выявить динамику трансформации экспортной стратегии в условиях внешнеэкономической изоляции.

В рамках интервью (февраль 2023) респонденты отмечали критическую нехватку оборудования, рост сроков поставок компонентов, сложности с сертификацией продукции на альтернативных рынках.

Данные опросов ноября 2023 и мая 2024 годов подтвердили, что именно высокотехнологичные компании оказались наиболее уязвимыми к новым санкционным ограничениям, в отличие от традиционных экспортёров сырья.

Таким образом, санкционная эскалация 2022 года изменила не только экспортную географию, но и базовые принципы функционирования российского высокотехнологичного сектора.

Экспорт высокотехнологичной продукции оказался под давлением системных барьеров:

- технологических,
- финансовых,
- логистических,
- регуляторных.

Эти вызовы требовали разработки новых форм поддержки для высокотехнологичных компаний, адаптации экспортной стратегии и укрепления собственной технологической базы.

Анализ собранных данных подтвердил наличие комплексных проблем, возникших под влиянием внешнеэкономических ограничений, и позволил структурировать барьеры по категориям в зависимости от размера компаний (МСП, средние, крупные предприятия).

На основании глубинных интервью, проведённых с директорами и заместителями директоров высокотехнологичных предприятий, были выявлены следующие барьеры:

- логистические барьеры: резкое увеличение стоимости доставки, нарушение прежних маршрутов поставок;

- финансовые барьеры: сложности с расчётами в долларах и евро, длительные сроки обработки платежей, нехватка инструментов страхования экспортных сделок;
- сертификационные барьеры: потеря действия европейских сертификатов, необходимость получения новых документов для выхода на рынки Азии и Африки;
- барьер доступа к технологиям: прекращение поставок критических компонентов и оборудования, рост зависимости от альтернативных азиатских поставщиков;
- маркетинговые барьеры: нехватка информации о требованиях новых рынков, сложность продвижения без устоявшихся брендов;

Особенно остро респонденты отмечали, что затраты на преодоление каждого из этих барьеров увеличились кратно по сравнению с докризисным периодом. Выявленные барьеры для МСП и среднего бизнеса представлены на рис. 1.

Рис. 1. Основные барьеры для наращивания экспорта МСП, С+

В ходе опроса 253 экспортно-ориентированных компаний в ноябре 2023 года были выявлены следующие ключевые барьеры:

1. **Для МСП и средних компаний (С+)**:

- повышение себестоимости продукции (47,7% респондентов);
- рост стоимости логистических услуг;
- проблемы с международными расчётами (38,1% респондентов).

2. **Для крупных компаний (3К)**:

- критическая проблема расчетов (96,6% респондентов) (представлена на рис. 2);
- дефицит импортных комплектующих и оборудования (58,6%);
- сложности с регистрацией продукции и проверкой контрагентов на новых рынках.
-

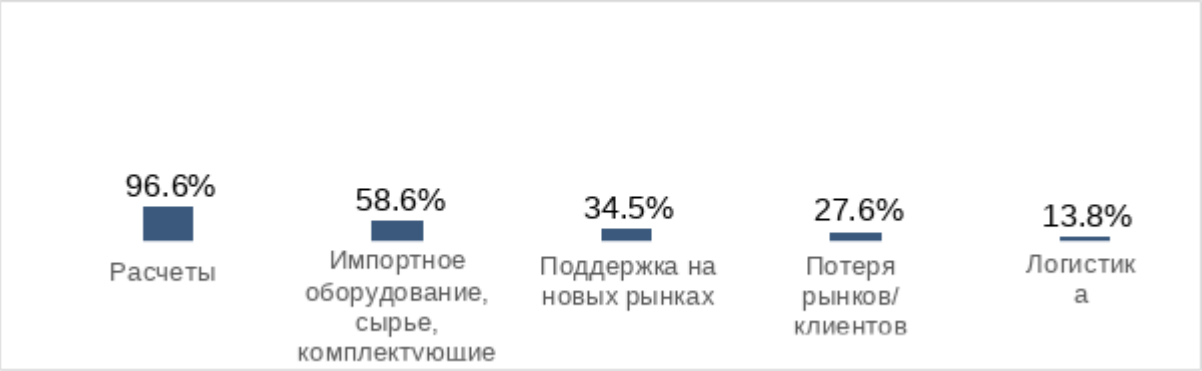

Рис. 2. Барьеры для наращивания экспорта 3К

В пояснение к барьерам для крупных российских экспортеров:

1. Расчеты:

- расчеты в национальных валютах;
- сроки прохождения платежей;
- невозможность проведения платежей в $ и €;
- санкционные ограничения на российские банки.

2. Импортное оборудование, сырье, комплектующие:

- сложность поиска новых поставщиков оборудования, сырья, комплектующих.

3. Поддержка на новых рынках:

- отсутствие представительств;
- сложность проверки надежности контрагентов;
- сложность регистрации продукции на новых рынках (фарм./косм.).

4. Потеря рынков/ клиентов:

- 8-й пакет санкций закрыл рынок ЕС для компаний ЛПК, фарм- и химической отрасли, а также компаний производителей косметики.

5. Логистика:

- потребность в субсидировании при покупке своего флота и контейнерного парка;
- потребность в национальном транспортно-логистическом операторе со своим контейнерным парком;
- недостаточность объемов субсидирования.

Опрос показал, что степень влияния санкций на барьеры различается в зависимости от размера компании: малые предприятия страдали от издержек на логистику, а крупные — от финансовых и регуляторных ограничений.

Повторное исследование в мае 2024 года среди 243 компаний подтвердило тенденции, выявленные в 2023 году, и зафиксировало следующие изменения:

- углубление проблемы расчётов: даже расчёты в юанях и дирхамах сталкиваются с затруднениями.
- рост важности локализации бизнеса: необходимость создания зарубежных представительств, локализации сервисов и маркетинга.
- усложнение процедур сертификации: особенно в медицинском и фармацевтическом сегменте.
- усиление конкуренции на альтернативных рынках со стороны стран Азии и Ближнего Востока.

Также была отмечена потребность в государственной поддержке по следующим направлениям:

- субсидирование логистики;
- страхование экспортных сделок;
- юридическое сопровождение регистрации продукции.

Таким образом, проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Барьеры для высокотехнологичных экспортеров приобрели комплексный характер: одновременно технологический, финансовый, логистический и регуляторный.
2. Степень влияния барьеров варьируется в зависимости от масштаба бизнеса.

3. В 2024 году особую остроту приобрели проблемы долгосрочной адаптации: необходимость закрепления на новых рынках, выстраивание независимой логистической и финансовой инфраструктуры.

Актуальные потребности экспортеров и пути адаптации

По данным форумов «Инновационные технологии» и «Открытые инновации», расширяется сеть зарубежных представительств РЭЦ и МЭЦ, внедряются механизмы компенсации расходов на участие в международных мероприятиях, развивается сеть цифровых атташе в странах Азии, Ближнего Востока и Латинской Америки. Всё это отражает растущий запрос бизнеса на комплексную инфраструктурную и правовую поддержку. На рис. 3 показаны основные направления работы, которые видят опрошенные экспортеры, для увеличения экспорта в условиях санкционного давления. Данные собраны на основе опроса в 2023 году.

Рис. 3. Пути адаптации для увеличения экспорта (по мнению экспортеров)

На основе анализа научных и аналитических источников можно выделить ключевые потребности российских экспортеров высокотехнологичной продукции:

- финансирование: требуется доступ к средствам на НИОКР, сертификацию, страхование экспортных сделок.
- технологическое обеспечение: импортозамещение компонентов, локализация производств за рубежом.
- сертификация и стандарты: признание российских сертификатов, упрощение международных процедур.

- логистика и маркетинг: логистические хабы, участие в выставках, сопровождение выхода на рынки.
- кадровый потенциал: подготовка специалистов по сертификации, экспортному сопровождению и инженерных кадров.

Многие предприятия ожидают от государства расширения действующих программ поддержки. Среди наиболее востребованных: субсидирование транспортных расходов, компенсация затрат на сертификацию, послепродажное обслуживание, участие в международных выставках, а также поддержка в вопросах патентной защиты за рубежом, что соответствует выводам аналитиков, фиксирующих высокий спрос на институциональную помощь в логистике, сертификации и международной кооперации [2, 3].

Таким образом, опыт последних лет показал, что российские высокотехнологичные компании, несмотря на сложные внешние условия, способны к адаптации, диверсификации внешнеэкономической деятельности и трансформации экспортных моделей. Разработка дифференцированных механизмов государственной поддержки и углубление институционального взаимодействия между бизнесом, наукой и государством остаются ключевыми условиями успешного противодействия санкционному давлению.

Библиографический список

1. Санкции и ограничения в области высоких технологий против России [Электронный ресурс]. TAdviser.ru. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Санкции_и_ограничения_в_области_высоких_технологий_против_России (дата обращения: 29.04.2025).

2. Содействие экспортной деятельности в России // Ученые записки ТОГУ. 2025. Т. 16, №1. URL: http://togudv.ru/media/ejournal/articles-2025/TGU_16_38.pdf (дата обращения: 10.05.2025).

3. Трофименко О.Ю., Сутырин С.Ф., Губина М.А. Трансформация внешнеторговых связей России: вызовы и перспективы // Научные труды ВЭО России. 2025. Т. 251. С. 327–353. DOI: 10.38197/2072-2060-2025-251-1-327-353.

Окуловский Дмитрий Владимирович – магистрант, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; dmitriy_okulovskiy@mail.ru

УДК 339.138

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКСПОРТНОЙ ГЕОГРАФИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПАНИЙ РОССИИ: ПРИОРИТЕТНЫЕ РЫНКИ И ОГРАНИЧЕНИЯ
TRANSFORMATION OF EXPORT GEOGRAPHY OF RUSSIAN HIGH-TECH COMPANIES: PRIORITY MARKETS AND CONSTRAINTS

Окуловский Д.В.
Okulovskiy D.V.

Аннотация: в статье рассматриваются изменения экспортной географии высокотехнологичных компаний России в условиях санкционного давления. Проведён анализ трансформации внешнеэкономической стратегии на основе глубинных интервью и количественных опросов. Установлены приоритетные направления экспорта — Китай, Индия, ОАЭ, а также выявлены ключевые барьеры выхода на альтернативные рынки: логистические, сертификационные и расчётные.

Abstract: the article examines the transformation of export geography of Russian high-tech companies under sanctions pressure. The study is based on in-depth interviews and quantitative surveys. Key export directions — China, India, UAE — are identified, along with major barriers such as logistics, certification, and financial settlements.

Ключевые слова: экспорт, высокотехнологичная продукция, санкции, Азия, логистика.

Keywords: export, high-tech products, sanctions, Asia, logistics.

Санкционная политика стран Европейского союза (далее ЕС), принятая в 2022 году, привела к существенным изменениям экспортной географии российских высокотехнологичных компаний. Потеря доступа к ключевым торговым каналам ЕС потребовала быстрой переориентации на альтернативные зарубежные рынки. ЕС в сотрудничестве со странами «Большой семёрки» и другими партнёрами-единомышленниками с 15 марта 2022 г. прекратил относиться к России как к стране с режимом наибольшего благоприятствования в рамках ВТО. Это лишает Россию ключевых торговых преимуществ членства в ВТО. ЕС принял решение действовать не путём повышения тарифов на импорт, а посредством ряда санкций, которые включают запреты и ограничения на импорт или экспорт товаров. [1,2]

В условиях действия санкционных ограничений произошла существенная трансформация географической структуры внешней торговли России. Так, в 2023 году наблюдалось заметное снижение объемов экспорта в европейские страны — до $84,9 млрд, в государства Северной и Южной Америки — до $12,2 млрд, а в Океанию экспорт полностью прекратился (ранее — $0,3 млрд). Напротив, поставки в страны Азии выросли до $306,6 млрд, в Африку — до $21,2 млрд. Импорт также сместился в сторону восточных и южных направлений: поставки из

Европы сократились до $78,5 млрд, из Америки — до $15,0 млрд, из Океании — до $0,2 млрд, тогда как из Азии он увеличился до $187,5 млрд, а из Африки — до $3,4 млрд. Такая переориентация внешнеторговых потоков позволяет российским предприятиям компенсировать выпадающие доходы от экспорта и частично восполнять нехватку продукции и компонентов, необходимых для устойчивого функционирования и модернизации производственного сектора. Основные изменения в географической структуре экспорта и импорта России в 2022 г. по сравнению с 2019 г. представлены на рис. 1. [3]

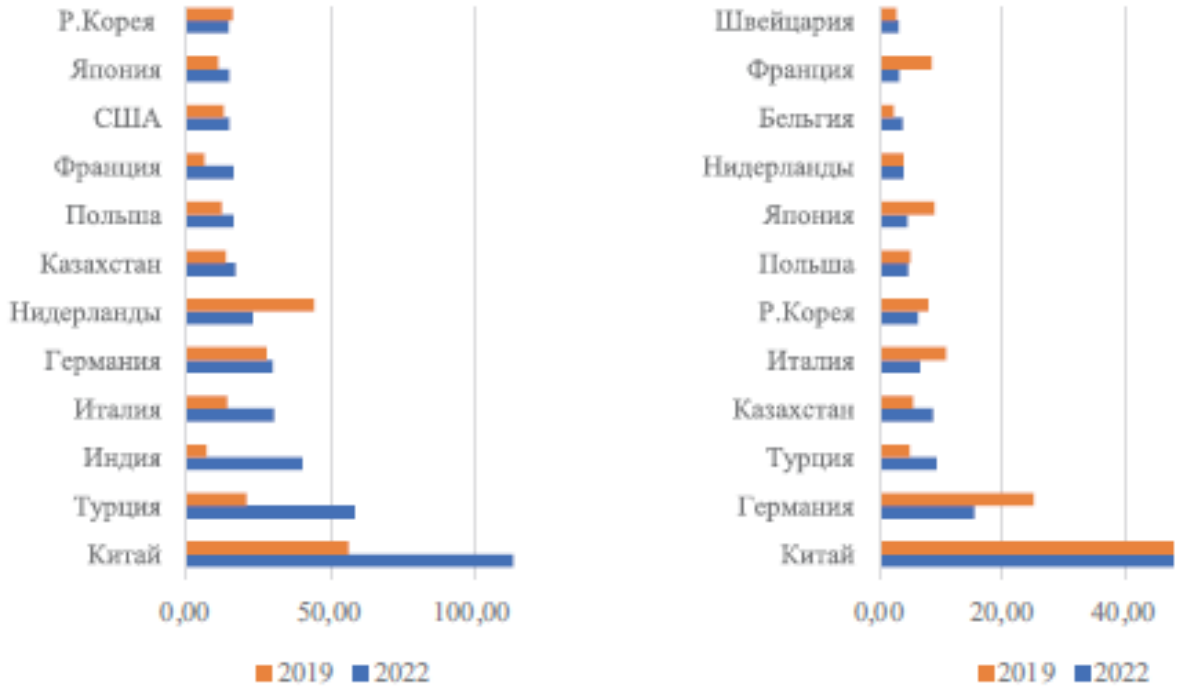

Рис. 1. Географическая структура экспорта (слева) и импорта (справа) Российской Федерации в 2019 и 2022 гг., млрд долл. США [4]

Как видно из рис. 1, за последние годы наблюдается значительный рост внешнеторговых связей России с Китаем, Индией и Турцией, при этом объемы импорта из стран, отнесённых к «недружественным», особенно из государств Европейского союза, резко сократились. Причины столь кардинального изменения структуры внешней торговли объясняются, в частности, зависимостью российско-европейских экономических отношений от политических решений. Так, с 15 марта 2022 года Европейский союз отменил применение к России режима наибольшего благоприятствования, тем самым устранив её из числа стран, пользующихся преференциями в рамках ВТО. Торговые ограничения охватили широкий перечень позиций, включая промышленный гелий, алмазы, сырьё для металлургии, а также поставки европейских автомобилей, станков, вычислительной техники и другого критически важного

оборудования. При этом последствия таких решений негативно отражаются не только на российской стороне, но и на экономиках самих стран ЕС, хотя этот факт зачастую игнорируется европейскими политиками [4], [5].

В рамках исследования, проведённого автором, использовался смешанный метод — серия глубинных интервью с 28 представителями экспортно–ориентированных предприятий и два этапа количественного онлайн–опроса в ноябре 2023 года (n = 253) и в мае 2024 года (n = 243), что позволило проверить выявленные гипотезы на качественном этапе исследования.

Сравнение результатов исследований 2023 года показано на рис. 2. В пояснение к рис. 2, в легенде графика представлено деление компаний по объему выручки, МСП – малые и средние предприятия (в основном малый бизнес), С+ – средние предприятия, 3К – крупные предприятия. Таким образом, были охвачены как крупные корпорации, так и представители среднего и малого бизнеса, что обеспечило репрезентативность полученных данных.

Для сегмента 3К более интересен Ближний восток, Африка и Китай, а для МСП и С+ наиболее перспективные регионы — это Казахстан, Ближний Восток, Белоруссия, Китай и СНГ.

Рис. 2. Перспективные регионы на ближайшие 3 года

В 2024 году были актуализированы перспективные регионы для экспортеров, ввиду быстрой адаптации к сложившимся условиям и открывающимся новым рынкам. Рис. 3. демонстрирует сравнение исследований 2023 и 2024 года, также приведен ТОП 5 стран, которые экспортеры отмечали, как наиболее перспективные для осуществления экспортной деятельности в условиях санкционных ограничений, на момент проведения исследований.

Результаты исследований подтвердили, что в условиях продолжающихся санкций наиболее перспективными для российских высокотехнологичных компаний регионами стали:

1. Страны Азии (Китай, Индия, Вьетнам, Индонезия, Малайзия):

- высокая потребность в продукции машиностроения, металлургии, нефтехимии и агропромышленного комплекса;
- развитие национальных инфраструктурных проектов, требующих импорта промышленного оборудования.

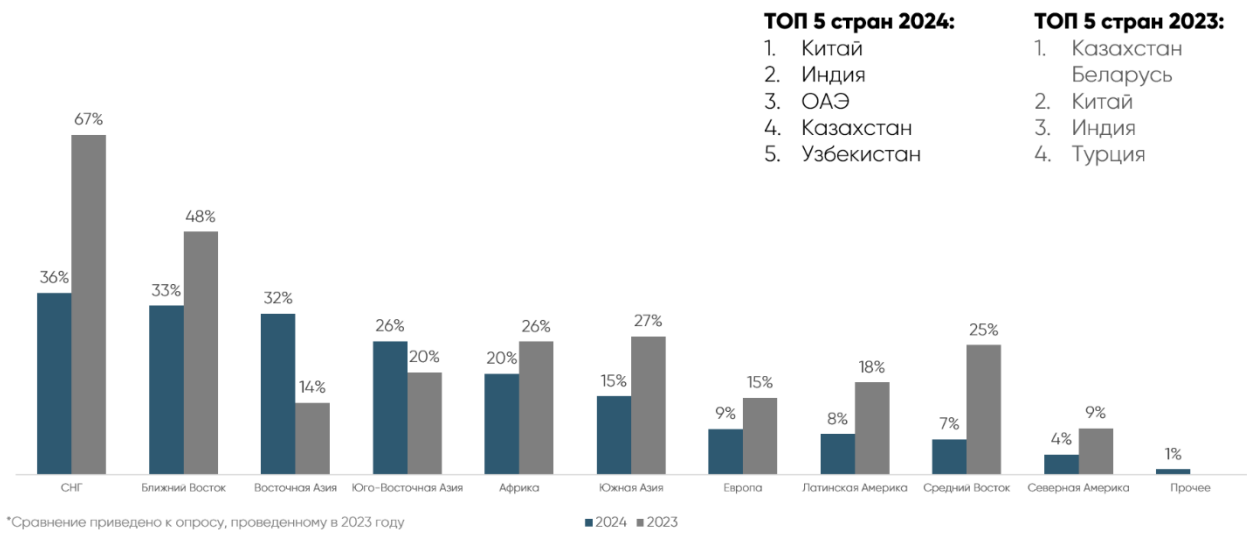

Рис. 3. Перспективные рынки 2024

2. Ближний Восток (ОАЭ, Саудовская Аравия, Катар):

- высокий спрос на фармацевтическую, агропромышленную и машиностроительную продукцию;
- активное развитие логистической и торговой инфраструктуры, стимулирующее спрос на товары российского происхождения.

3. Африка (страны Северной, Восточной и Центральной Африки):

- растущий спрос на продукты питания, сельскохозяйственную технику, строительные материалы;
- высокая заинтересованность в российском опыте в сфере энергетики и инфраструктуры.

4. Латинская Америка (Бразилия, Аргентина, Мексика, Чили):

- открытость рынков для альтернативных поставщиков;
- интерес к промышленной продукции, технологиям в области сельского хозяйства и фармацевтике.

В 2024 году приоритетные регионы экспортеров изменились, в ТОП 3 входит Китай, Индия и ОАЭ, хотя по опросам прошлого года в ТОП 3 стран были Казахстан, Беларусь и Китай. Такие изменения подтверждаются тем, что в последние 2 года экспортеры освоили рынки

ЕАЭС. В 2022-2023 основными направлениями для экспорта были Узбекистан, Китай, Беларусь, Казахстан и Кыргызстан. Эта тенденция показала, что за 2 года российские экспортеры адаптировались к изменениям и освоили новые рынки, заградительные барьеры европейских санкций продолжают действовать, но экспортная деятельность продолжается в других направлениях с переориентацией целевых рынков.

Такая трансформация обусловлена не только политическими причинами, но и экономическими реалиями: высоким спросом на машиностроительную, химическую и фармацевтическую продукцию в быстро развивающихся странах. Несмотря на трудности, экспортеры отмечают высокий потенциал развивающихся регионов и готовы инвестировать ресурсы в адаптацию своей продукции и процессов. В этой связи актуальной задачей становится формирование комплексной поддержки: от субсидирования логистики до упрощения процедур сертификации и развития информационной инфраструктуры.

Библиографический список

1. G7 Leaders' Statement. Berlin, 11 March 2022 // The Federal Government of Germany. URL: https://www.bundesregierung.de/resource/blob/997532/2014234/39e142fa878dce9e420ef4d29c17969d/2022-03-11-g7-leader-eng-data.pdf?download=1 (дата обращения: 18.05.2025).

2. Russia's military aggression against Ukraine: fourth EU package of sectoral and individual measures. Council of the European Union, 15 March 2022. URL: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/03/15/russia-s-military-aggression-against-ukraine-fourth-eu-package-of-sectoral-and-individual-measures/ (дата обращения: 18.05.2025).

3. Каталог административных барьеров [Электронный ресурс]. Sovel.org. URL: http://www.sovel.org/bariery/ (дата обращения: 29.04.2025).

4. Трофименко О.Ю., Сутырин С.Ф., Губина М.А. Трансформация внешнеторговых связей России: вызовы и перспективы // Научные труды Вольного экономического общества России. 2025. Т. 251. С. 327–353.

5. Трофименко О. Rational and irrational relations between the European Union and the Russian Federation: an example of energy trade [на китайском языке] // Russian Studies. 2023. Vol.

Окуловский Дмитрий Владимирович – магистрант, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; dmitriy_okulovskiy@mail.ru

УДК 621.311

TRANSITION TO SUSTAINABLE ENERGY SOURCES IN THE EAEU
ПЕРЕХОД К УСТОЙЧИВЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ В ЕАЭС

Osheko Y. E., Demidkina D. A.
Ошеко Ю. Е., Демидкина Д. А.

Abstract: The article discusses the current issues of the transition to sustainable energy sources in the countries of the Eurasian Economic Union (EAEU) in the context of global energy transformation. The article analyzes the key challenges faced by the EAEU member states, which have significant reserves of traditional energy resources, but are dependent on their exports. Particular attention is paid to the contradiction between the need to preserve revenues from hydrocarbon exports and the requirements of global decarbonization. The study covers the current state of renewable energy development in the Union countries, including Russian solar and wind generation projects (over 5 GW by 2024), Kazakh plans to achieve a 15% share of renewable energy by 2030, and Belarusian initiatives in the field of biogas technologies.

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные вопросы перехода к устойчивым источникам энергии в странах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) в условиях глобальной энергетической трансформации. Анализируются ключевые вызовы, с которыми сталкиваются государства-члены ЕАЭС, обладающие значительными запасами традиционных энергоресурсов, но зависимые от их экспорта. Особое внимание уделяется противоречию между необходимостью сохранения доходов от углеводородного экспорта и требованиями глобальной декарбонизации. Исследование охватывает текущее состояние развития возобновляемой энергетики в странах Союза, включая российские проекты солнечной и ветровой генерации (более 5 ГВт к 2024 г.), казахстанские планы по достижению 15% доли ВИЭ к 2030 г. и белорусские инициативы в области биогазовых технологий.

Keywords: renewable energy sources (RES), Eurasian Economic Union (EAEU), energy security, green energy, solar energy, sustainable development.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), евразийский экономический союз (ЕАЭС), энергетическая безопасность, зеленая энергетика, солнечная энергетика, устойчивое развитие.

The modern global energy industry is undergoing a global transformation related to the transition to sustainable and renewable energy sources (RES). This process is driven by the need to ensure energy security, reduce dependence on fossil fuels, and meet international climate commitments. The countries of the Eurasian Economic Union (EAEU), having significant reserves of traditional energy resources, face serious challenges in the context of the global energy transition. This article analyzes key aspects of the transition to renewable energy in the EAEU, including the current state of the energy sector, prospects for the development of renewable energy and strategic approaches to

integration into global "green" trends.

Energy security remains a key priority for the EAEU countries. Long-term energy security implies "uninterrupted availability of energy resources at an affordable price," while short-term energy security is related to the ability of the energy system to respond promptly to changes in supply and demand. The member states of the Eurasian Economic Union (EAEU) have impressive energy potential, controlling a significant share of global hydrocarbon reserves and exports, including gas (about 20% of world reserves and more than a quarter of exports) and oil (7% of world reserves and 15% of production). In addition, the EAEU accounts for 5% of global electricity production. Nevertheless, the strong dependence of the EAEU economies on the export of these resources, especially in the European direction, creates vulnerability to global decarbonization trends. The transition to "green" energy poses a difficult task for the EAEU countries: balancing the preservation of income from traditional exports and the need to develop alternative energy sources. The global economy is refocusing on the "green growth" model, which is based on reducing the negative impact on the environment, careful use of resources and cooperation between various industries. Renewable energy sources (RES) are expected to supply 40% of global energy demand by 2030, and two thirds by 2050 [3, 4]. This transition opens up new prospects for the development and diversification of the economy, but at the same time poses the threat of reducing demand for traditional hydrocarbon resources, which is especially important for the EAEU countries.

The EAEU countries have varying degrees of development of renewable energy (RES). Russia is actively increasing the capacity of solar and wind power plants, reaching more than 5 GW by 2024. Kazakhstan aims to increase the share of renewable energy sources in its energy production to 15% by 2030. Belarus relies on biogas and wind turbines. Despite these efforts, the total contribution of renewable energy sources to the energy balance of the EAEU is still insignificant (less than 5%), due to the predominance of traditional energy sources, significant initial investments and the need to upgrade power grids [2].

Renewable energy integration faces the following main challenges:

• Impermanence: The generation of electricity from renewable energy sources, such as solar and wind power plants, depends on natural conditions. For example, solar panels produce the maximum amount of energy on sunny days, while on cloudy or rainy days their efficiency is significantly reduced. Wind turbines, in turn, depend on the presence of wind, which can be variable in strength and direction. The inconstancy of energy production leads to instability in the energy supply, which can cause power outages. This creates difficulties for power grid operators, who must maintain a balance between real-time electricity consumption and production [1]. To solve this problem, it is necessary to develop flexible energy management systems that can adapt to changes in output. This includes the use of

predictive technologies to predict energy generation and consumption, as well as the integration of various energy sources to create a more stable system.

• Energy storage: Since energy generation from renewable energy sources is unstable, efficient energy storage systems are needed to ensure uninterrupted supply. Traditional storage methods such as pumped storage plants may not always be available or economically feasible. The lack of reliable storage systems can lead to excess energy production during periods of high output and shortages during periods of low output. This can cause economic losses for energy producers and increase risks to the stability of the energy system [1]. The development and implementation of new storage technologies such as lithium-ion batteries, compressed air systems, or even new approaches such as using hydrogen as an energy storage device can significantly improve the situation. In addition, the integration of various storage technologies into a single system can improve overall reliability and efficiency.

• Regulatory environment: The lack of a clear regulatory framework and incentive measures may hinder the development of renewable energy. This includes the lack of sufficient subsidies, tax incentives, or other forms of support for investors and developers of renewable energy projects. Difficulties in obtaining permits for the construction of new renewable energy facilities, as well as uncertainty in the rules of the game, may deter potential investors. This leads to a slowdown in the growth of the renewable energy sector and a decrease in competitiveness compared to traditional energy sources.Creating a clear and predictable regulatory environment with clear rules and government support can help attract investment in renewable energy. This may include the development of long-term renewable energy support strategies, simplification of permit procedures, and the introduction of incentive mechanisms to increase interest in renewable energy projects [1, 4].

For the successful transition to sustainable energy, the EAEU countries need an integrated approach, including the creation of a favorable regulatory environment, modernization of energy infrastructure and expansion of international cooperation in the field of renewable energy sources (RES). It is important to ensure a balanced development of both traditional and alternative energy. The key priorities are the formation of a common electric power market of the EAEU, which will optimize the use of renewable resources in the Union, the introduction of advanced generation technologies and the promotion of alternative energy development [3]. The successful implementation of the energy transition requires coordinated actions by all participating countries, taking into account both global trends and national characteristics of energy systems.

The transition to sustainable energy opens up new opportunities for the EAEU countries for economic development, technological modernization and strengthening energy security, but requires an integrated approach and a long-term strategy combining the development of renewable energy sources with the rational use of traditional energy resources. Of particular importance is the creation of

a common electric power market of the EAEU, which will optimize the use of renewable resources in the Union area. The successful implementation of the energy transition requires coordinated actions by all participating countries, taking into account both global trends and national characteristics of energy systems.

Bibliographic list

1. Ahmed Sharik Anis. Grid integration of renewable energy sources: Challenges, issues and possible solutions. – 2012. –

2. Ivan Trifonov, Dmitry Trukhan, Yury Koshlich, Valeriy Prasolov, Beata Ślusarczyk. Influence of the Share of Renewable Energy Sources on the Level of Energy Security in EECCA Countries. – 2021. –

3. Larissa P. Steblyakova, Elena Vechkinzova, Zhibek Khussainova, Zhanibek Zhartay, Yelena Gordeyeva. Green Energy: New Opportunities or Challenges to Energy Security for the Common Electricity Market of the Eurasian Economic Union Countries – 2022. –

4. María de la Esperanza Mata Pérez, Daniel Scholten, Karen Smith Stegen. The multi-speed energy transition in Europe: Opportunities and challenges for EU energy security – 2019. –

Yushko Yulia Evgenievna – student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "KGEU", Loki.ggg@mail.ru

Demidkina Darya Alexandrovna - candidate of philological sciences, docent, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "KGEU", docent, daria.demidkina1@gmail.com

УДК 004.658.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТАМОЖЕННОЙ ПРОЦЕДУРОЙ СВОБОДНОГО СКЛАДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

MODELING OF THE TECHNICAL MANAGEMENT SYSTEM FOR THE CUSTOMS PROCEDURE OF FREE WAREHOUSE IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Перевозникова Д.Д., Лабкович О.Н.

Perevoznikova D.D., Labkovich O.N.

Аннотация: в условиях цифровизации таможенного администрирования возрастает значение совершенствования, связанных с размещением товаров на свободном складе. Эта таможенная процедура позволяет хранить и перерабатывать товары без уплаты пошлин и налогов, но требует надёжного механизма учёта и контроля. В работе представлена разработка специализированной базы данных для автоматизации процессов, связанных с процедурой свободного склада. Система обеспечивает централизованное хранение данных, снижает количество ошибок и повышает прозрачность взаимодействия с таможенными органами. Практика подтверждает её эффективность для стабильного и контролируемого функционирования склада в рамках технической инфраструктуры таможенного регулирования.

Abstract: in the context of the digitalization of customs administration, the importance of improving procedures related to the placement of goods in a bonded warehouse is increasing. This customs procedure allows goods to be stored and processed without the payment of duties and taxes, but it requires a reliable mechanism for accounting and control. This paper presents the development of a specialized database for automating processes associated with the bonded warehouse procedure. The system provides centralized data storage, reduces errors, and enhances transparency in interactions with customs authorities. Practical implementation confirms its effectiveness in ensuring stable and controlled warehouse operations within the framework of the technical infrastructure of customs regulation.

Ключевые слова: таможенная процедура свободного склада, база данных, учет и контроль товаров, цифровизация, автоматизация процессов.

Keywords: customs procedure of the free warehouse, database, accounting and control of goods, digitalization of customs administration, process automation.

Таможенная процедура свободного склада – это режим, при котором иностранные и союзные товары размещаются на специально оборудованной территории без уплаты пошлин и налогов, при условии соблюдения всех установленных требований. Однако эффективное применение данной процедуры требует не только соблюдения нормативных требований, но и

наличия налаженного механизма учёта, контроля и анализа всех операций, связанных с размещением, перемещением и переработкой товаров. В условиях усложнения логистики и усиления таможенного контроля традиционные способы ведения учёта (например, с использованием бумажных журналов или электронных таблиц) становятся всё менее пригодными. Они не только требуют значительных временных и трудовых затрат, но и сопряжены с высоким риском ошибок, потери данных, дублирования информации и отсутствия единой базы для принятия управленческих решений [1].

В связи со сложностью и объемом информации, сопровождающей данную процедуру, целесообразным является применение специализированной базы данных, которая позволяет автоматизировать процесс учёта и контроля. В рамках исследования особенностей применения таможенной процедуры свободного склада может быть разработана специализированная база данных, предназначенная для использования в таможенных органах. Такая система позволит автоматизировать процесс учета товаров, помещённых под процедуру, отслеживать их статус, сроки хранения, а также контролировать операции, производимые с ними на территории склада. Это обеспечит повышение прозрачности и эффективности таможенного контроля.

Разработанная база данных позволит решить проблему централизация информации. Все данные хранятся в одной структуре: сведения о владельцах складов, периодах хранения, видах операций, типах товаров и маршрутах перемещения объединены логическими связями. Это позволяет исключить дублирование информации и обеспечить её целостность.

Главное преимущество свободного склада – возможность проведения широкого круга операций: хранения, погрузки и разгрузки, подготовки товаров к транспортировке и продаже (например, сортировка, маркировка, переупаковка), а также переработки, ремонта и изготовления продукции. При этом допускается использование иностранных товаров, которые могут полностью расходоваться, за исключением тех, что являются средствами производства (оборудование, станки и т.п.). Некоторые действия (например, погрузка, переработка) разрешены только владельцу склада. Использование базы данных позволит систематизировать эти действия и закрепить за каждым товаром конкретные сведения, включая операции, которым он подвергался. При этом целесообразно предусмотреть в базе данных формы для ввода и редактирования данных с удобным интерфейсом, чтобы минимизировать ошибки [2].

Статус товаров под процедурой свободного склада сохраняется: товары Союза остаются таковыми, а иностранные – иностранными. Если товар изготовлен только из товаров Союза – он считается союзным. При использовании иностранных материалов продукция получает статус иностранного товара. В случае невозможности определения происхождения, товар

при вывозе считается союзным, при ввозе – иностранным. Исключение – экспорт: если товар был вывезен, как экспортируемый, вернуть его по процедуре реимпорта уже нельзя.

Степень переработки влияет на статус товара при вывозе. Для признания товара союзным применяется система критериев достаточной переработки: изменение кода ТН ВЭД (первые 4 знака), правило адвалорной доли (стоимость иностранных компонентов не превышает допустимого процента), а также перечень операций, признающих товар союзным. Эти сведения также можно эффективно отражать в базе данных, позволяя фиксировать происхождение компонентов и отслеживать, какие именно правила были применены при изменении статуса [3].

Одним из обязательных условий помещения товаров под таможенную процедуру свободного склада является соблюдение установленных государствами – членами ЕАЭС запретов и ограничений в отношении иностранных товаров. Это означает, что на данные товары распространяются меры нетарифного регулирования, санитарного, ветеринарного и фитосанитарного контроля, а также иные формы государственного регулирования. База данных позволяет хранить информацию о прохождении данных видов контроля и наличии разрешительных документов.

Обычно декларантом выступает владелец склада, однако законодательство допускает и участие иных лиц. Все действия по использованию товаров фиксируются, и система контроля может быть усилена за счёт применения отчётов. Важным преимуществом внедрения базы данных становится возможность оперативного анализа текущей ситуации на складе и в целом в рамках использования процедуры. Например, реализованные в базе запросы позволят отслеживать динамику оформления деклараций в разрезе складов, декларантов, стран происхождения товаров, а также по годам и месяцам. Это даёт возможность выявлять перегрузку отдельных складов, резкие изменения в активности участников ВЭД, а также строить прогнозы на основе фактических данных. Таким образом, база данных не просто регистрирует факты, а превращается в аналитический инструмент, позволяющий оценивать эффективность использования процедуры свободного склада как на уровне отдельного предприятия, так и в масштабе региона или государства.

Основными условиями использования товаров являются: нахождение на территории склада, использование только декларантом и совершение разрешённых операций. С разрешения таможенных органов товары могут временно вывозиться с территории склада (например, на ремонт, испытания, демонстрацию) без завершения действия процедуры. Устанавливаются сроки обратного ввоза, которые можно продлить при наличии обоснования. При этом

допускается передача прав владения и распоряжения товаром, но обязанность по соблюдению условий процедуры сохраняется за декларантом.

Процедура свободного склада подлежит завершению при: прекращении работы склада (в течение 6 месяцев), вывозе товаров с его территории, либо передаче прав на товары. Исключительно в определённых случаях допускается завершение этой процедуры без помещения под иную. Это возможно при утрате потребительских свойств (порча, срок годности) или уничтожении вследствие аварий, стихийных бедствий и иных непреодолимых обстоятельств. В таких случаях требуется документальное подтверждение и разрешение таможенного органа.

Порядок завершения процедуры регулируется статьёй 215 ТК ЕАЭС, в которой основным критерием выбора новой процедуры выступает статус товара и направление его вывоза. Различаются два основных направления: за пределы таможенной территории ЕАЭС и на остальную часть её территории. Сведения о завершении процедуры и новом таможенном режиме могут отражаются в таблицах базы данных, а автоматизированные запросы позволят быстро получить нужную информацию для анализа и подготовки отчетов.

Если товары вывозятся за границы таможенной территории Союза, то возможны два варианта завершения процедуры: помещением под процедуру экспорта или реэкспорта. Под процедуру экспорта помещаются товары Союза, товары, изготовленные из товаров Союза, и товары, произведенные из иностранных, но признанные товарами Союза. В свою очередь, под процедуру реэкспорта помещаются иностранные товары и товары, изготовленные из иностранных и не признанные товарами Союза.

Если товары перемещаются с территории свободного склада на другую часть таможенной территории, возможны следующие варианты завершения процедуры:

1. Посредством помещения под одну из следующих процедур: выпуск для внутреннего потребления (ВДВП), таможенный склад, переработка на таможенной территории, переработка для внутреннего потребления, временный ввоз (допуск), беспошлинная торговля, уничтожение или отказ в пользу государства. Эти процедуры применяются, если иностранные товары вывозятся в неизменном состоянии либо если товары были изготовлены из иностранных товаров, ранее помещённых под процедуру свободного склада.
2. Путём помещения под процедуру реимпорта, если товары Союза и остались в неизменном состоянии либо они были изготовлены исключительно из товаров Союза.

Таким образом, завершение процедуры зависит от того, каким был исходный статус товаров, подвергались ли они переработке и куда они направляются после нахождения на территории свободного склада. Законодательство устанавливает чёткие критерии для выбора

соответствующей таможенной процедуры, обеспечивая контроль и правовую определённость при смене таможенного режима. В базе можно отразить эти изменения и на их основе строить отчётность. Например, создание отчета с возможностью выбора временного отрезка позволит получать сводную информацию за любой выбранный период, что удобно для анализа конкретного временного интервала [4].

Обязанность по уплате пошлин и налогов прекращается, если: процедура завершена, товары вывезены по экспорту, уничтожены или утрачены, пошлины были ранее уплачены, либо в выпуске товаров отказано. При отсутствии точных данных о товаре таможня применяет наивысшие ставки пошлин и налогов, с последующим перерасчётом при уточнении информации.

Практическая эффективность системы базы данных проявляется в целом ряде показателей. Во-первых, значительно снижается время, затрачиваемое на ввод и обработку данных: автоматическое заполнение связанных полей, выпадающие списки и структурированные формы минимизируют ручной труд и устраняют необходимость в повторном вводе одних и тех же сведений. Во-вторых, база обеспечивает высокую достоверность информации: за счёт ограничений на ввод значений и встроенных проверок практически исключаются технические ошибки и нестыковки в документации. В-третьих, благодаря возможностям фильтрации, группировки и генерации отчётов, пользователи могут мгновенно получать статистику по любым параметрам, не прибегая к сторонним инструментам или дополнительной обработке. Это особенно актуально при подготовке отчётности для контролирующих органов, проведении внутренних аудитов или принятии управленческих решений.

Кроме того, созданная система обеспечивает прозрачность всех операций, связанных с товаром. Любое изменение его статуса – будь то размещение, переработка, временное изъятие или завершение процедуры – фиксируется в базе и отражается в связанной информации. Это особенно важно с точки зрения таможенного контроля, поскольку позволяет проследить полный жизненный цикл товара на складе. В случае необходимости база может быть расширена и дополнена функциями автоматической передачи данных в системы внешнего электронного документооборота или интегрирована с другими информационными платформами.

Такая база данных становится не просто хранилищем информации, а инструментом управления, контроля и стратегического анализа. Её внедрение будет способствовать оптимизации документооборота, снижению административной нагрузки, повышению доверия со стороны контролирующих органов и, в конечном итоге, более устойчивому и гибкому функционированию внешнеэкономических операций. В условиях цифровой трансформации таможенного администрирования разработанная база данных может рассматриваться как элемент

технической системы, способствующей реализации принципов «умной» таможни и повышающей конкурентоспособность участников ВЭД на международном уровне.

хранения и переработки товаров, но его реализация требует комплексной поддержки и современных подходов к регулированию.

Библиографический список

1. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315 (Дата обращения 12.05.2025);

2. Таможенные процедуры и таможенные операции [Электронный ресурс] / Государственный таможенный комитет Республики Беларусь. – URL: Режим доступа: https://www.customs.gov.by/tamozhennye-protsedury-i-tamozhennye-operatsii (Дата обращения 12.05.2025);

3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 ноября 2018 г., № 834 «Об органе, уполномоченном на определение статуса товаров, изготовленных (полученных) из иностранных товаров, помещенных под таможенную процедуру свободной таможенной зоны или свободного склада» [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21800834&p1=1 (Дата обращения 13.05.2025);

4. Белодед, Н.И. Основы Microsoft Access 2013 / Н.И. Белодед. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2016. – 239 с.

Перевозникова Дарья Дмитриевна – студент, Белорусский национальный технический университет, dasaperevoznikova@gmail.ru.

Лабкович Ольга Николаевна – старший преподаватель, Белорусский национальный технический университет, olji@tut.by.

УДК 339

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВА В СФЕРЕ ТАМОЖЕННОГО ДЕЛА

THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR INFORMING THE PUBLIC IN THE SPHERE OF CUSTOMS AFFAIRS

Савельева В.А., Лабкович О.Н

Saveleva V.A., Labkovich O.N.

Аннотация: В статье рассматривается недостаточная информированность граждан в вопросах таможенного дела. Недостаток доступной информации о нормативных требованиях приводит к ошибкам, задержкам и лишним расходам. В качестве решения предлагается «ЕАЭС-Таможенный Навигатор» – цифровой консультант на базе искусственного интеллекта, предоставляющий оперативные инструкции, персонализированные рекомендации и актуальные данные, что способствует улучшению взаимодействия с таможенными службами.

Abstract: The article examines the insufficient level of public awareness regarding customs matters. The lack of accessible information about regulatory requirements leads to errors, delays, and unnecessary expenses. As a solution, the article proposes the "EAEU Customs Navigator"—a digital consultant based on artificial intelligence that provides prompt instructions, personalized recommendations, and up-to-date data, thereby enhancing interactions with customs authorities.

Ключевые слова: современные технологии, цифровизация, информирование, онлайн-помощник, ИИ в таможне.

Keywords: modern technologies, digitalization, information, online-assistant, AI in Customs.

В условиях глобализации и роста международных перевозок граждане всё чаще сталкиваются с необходимостью проходить таможенное оформление. Таможенные процедуры традиционно ассоциируются с оформлением деклараций, проверкой документов и подтверждением происхождения товаров. Цифровая трансформация затронула и таможенные службы в том числе. На сегодняшний день таможня активно развивается в вопросе информационных технологий, не останавливается на достигнутом. Многие процедуры быстрее оформляются через интернет, что говорит нам о том, что уже всё завязано на цифру и как-то иначе уже невозможно [1,2].

Несмотря на то, что ряд операций уже автоматизирован, многие граждане остаются в неведении относительно требований и регламентов, с чем сталкиваются даже при провозе личных вещей или мелких отправлениях за границу. Недостаточная информированность общества о нюансах таможенных процедур, сложных документах и постоянно меняющемся законодательстве создаёт серьёзные проблемы для физических лиц. Эти трудности приводят не

только к задержкам и дополнительным расходам, но и к стрессу, связанному с необходимостью самостоятельного решения юридически значимых вопросов.

Недостаточная информированность обуславливается рядом существующих в настоящее время проблем. Многие граждане не знают, какие документы нужно иметь при себе для беспрепятственного прохождения таможенного контроля. Такой пробел в информации особенно актуален для тех, кто впервые сталкивается с пересечением границы. Часто люди ошибаются в заполнении таможенной декларации или не учитывают наличие специальных правил для ввоза определенных товаров – от сувениров до дорогостоящей электроники. Неправильное оформление документов может привести к замедлению процедуры или даже к наложению штрафов.

Ещё одной проблемой является сложность законодательства для понимания. Таможенное законодательство, как правило, оформлено сложным юридическим языком, который непонятен большинству граждан. Из-за постоянных изменений и обновлений нормативно-правовых актов самостоятельное изучение законодательства превращается в непростую задачу. Отсутствие доступных инструкций и руководств создает информационный вакуум, что вынуждает граждан обращаться за помощью к посредникам или агентствам, часто оказывающим услуги за дополнительную плату.

Очередной проблемой становится ограниченный доступ к самостоятельным консультациям. Немногие граждане знают, где можно получить бесплатную и достоверную информацию по вопросам таможенного оформления. Часто официальные ресурсы государств перегружены формальной информацией без практических рекомендаций и пошаговых инструкций. Такая ситуация осложняет подготовку к оформлению багажа, личных вещей или товаров, приобретённых за границей, особенно если речь идёт о странах с разными требованиями, как, например, территории ЕАЭС.

Также ошибочное заполнение таможенной декларации или недостоверное указание информации о товарах может привести к серьезным последствиям: вынужденной досрочной приостановке процедуры, конфискации товаров или значительным штрафным санкциям. Для граждан, не знакомых с тонкостями оформления, даже незначительная ошибка может обернуться финансовыми потерями и дополнительными временными затратами [3].

Существует множество самых разнообразных решений рассмотренных проблем. Например, разработка и внедрение государственных онлайн-порталов, где граждане могли бы легко найти актуальную информацию по всем вопросам таможенного оформления, стала бы отличным решением. Да, у многих стран уже существуют такие порталы, однако информация на них представлена формально и сложна для адаптации к конкретным практическим случаям.

Такие ресурсы должны включать пошаговые инструкции, примеры заполнения документов, ответы на часто задаваемые вопросы и интерактивные руководства. Упор в таком случает стоит делать на наглядность и простоту изложения.

Применение технологий искусственного интеллекта для создания виртуальных помощников, которые смогут отвечать на вопросы граждан в режиме 24/7, является перспективным направлением, которое будет наиболее подробно рассмотрено в данной статье. У людей, которые никогда не сталкивались с нормами права, таможенным оформлением и другими подобными процессами, может возникнуть целый ряд вопросов. Для этого в таможенных органах, как и в многих других ведомствах, существует “горячая линия” или же возможность письменного обращения для уточнения интересующих вопросов. Проблема заключается в том, что вопросы, порой, бывают слишком банальные. Не все граждане способны правильно интерпритировать под свой конкретный случай под существующие нормы права, как следствие – большая загруженность специалистов колл-центра. Для решения этой и ряда других проблем, предлагается создать интернет-помощника «ЕАЭС-Таможенный Навигатор».

«ЕАЭС-Таможенный Навигатор» - это инновационный цифровой консультант, созданный для граждан и представителей бизнеса, действующих в сфере таможенного контроля на территории ЕАЭС. Его основная задача – предоставить оперативную, актуальную и понятную информацию о таможенных процедурах, тарифах, необходимых документах и нормативных изменениях, облегчая взаимодействие с государственными органами и снижая вероятность ошибок при оформлении документов.

Технологии искусственного интеллекта позволяют использовать обработку естественного языка для интерпретации запросов пользователей и предоставления персонализированной информации, учитывая тип поездки или особенности ввозимых товаров. Например, интернет-помощники, интегрированные с актуальными базами данных таможенной службы, помогут гражданам подготовиться к прохождению оформления без лишних усилий.

Ключевыми функциями помощника являются:

- *естественная коммуникация:* благодаря использованию передовых алгоритмов обработки естественного языка, появляется возможность формулировать запросы в систему простым разговорным языком. Такая функция устраняет необходимость в знании сложной терминологии и обеспечивает удобство взаимодействия, как через текстовый чат, так и голосовые командами;
- *актуальные данные в реальном времени:* система интегрируется с официальными базами данных таможенных служб стран ЕАЭС. Это обеспечивает мгновенное

обновление информации о тарифах, изменениях в законодательстве и новшествах в таможенной сфере, гарантируя достоверность данных для самих пользователей;

- *пошаговые инструкции и интерактивные руководства:* система позволяет на основе введённых данных предоставить детализированные схемы и алгоритмы прохождения таможенного оформления. Начиная от подготовки документов до выезда или ввоза товаров и заканчивая оформлением деклараций;
- *персонализированные рекомендации:* электронный помощник анализирует параметры запроса и предлагает индивидуальные решения. Например, советы по экономии времени и средств, рекомендации по использованию льготных режимов или оптимальные маршруты для пересечения границы;
- *мультиязычная поддержка:* система способна поддерживать несколько языков для комфортного использования из разных стран ЕАЭС, что гарантирует доступность информации для всех заинтересованных сторон;
- *поддержка в режиме реального времени:* кроме автоматизированных ответов пользователю, реализуется функция онлайн-чата с оператором для решения более сложных или уникальных ситуаций, что обеспечит непрерывную обратную связь и оперативное содействие.

Такая информационная система должна быть обеспечена современными механизмами безопасности. Так для обеспечения безопасной работы при разработке необходимо применять современные стандарты безопасности аутентификации и авторизации, использовать технологии шифрования данных при передаче и применении различных методов защиты на всех уровнях системы. Бесперебойную, а значит наиболее эффективную работу позволит обеспечить внедрение систем мониторинга и централизованных систем аудита через отслеживание событий и оперативное реагирование на возникающие инциденты.

Таким образом, проблемы прохождения таможенного оформления граждан во многом обусловлены недостаточной информированностью и сложностью нормативно-правовой базы. Для оперативного решения данной проблемы необходимо интегрировать и совершенствовать информационные, что позволит сделать процесс таможенного оформления прозрачным, доступным и оперативным для каждого гражданина. В рамках проблемной тематики была предложена реализация проекта «ЕАЭС-Таможенный Навигатор». Данный проект потребует интеграции ряда передовых технологий. Такой комплексный подход позволит создать масштабируемый, безопасный и удобный для граждан цифровой помощник, способный оперативно отвечать на запросы пользователей, обеспечивать актуальность данных и интегрироваться с государственными и бизнес-системами в рамках ЕАЭС. Эта технологическая архитектура не

только оправдывает текущие задачи таможенных органов, но и создает платформу для дальнейших инноваций, например, адаптивные системы самообучения на основе динамически формируемых данных.

Библиографический список

1. Ворох, В. С. Экспертные системы в сфере экономики и таможенного дела / В. С. Ворох ; науч. рук. Т. А. Галай // НИРС-80 [Электронный ресурс] : материалы 80-й научно-практической конференции студентов Минск, 27 апреля 2024 г. / Белорусский национальный технический университет ; сост.: Е. С. Голубцова, А. Н. Шавель. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 530-533.

2. Павлова Я. В. Проблемы использования информационных технологий в таможенных органах // БИТ. 2019. №3 (11). Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-ispolzovaniya-informatsionnyh-tehnologiy-v-tamozhennyh-organah. Дата доступа: 12.05.2025.

3. Владимир Орловский: Наша цель — улучшить, ускорить процессы и уменьшить административную нагрузку / Наталья Щелкунова // Таможенный вестник: информационно-практический журнал / учредитель Государственный таможенный комитет Республики Беларусь. — 2023. — №4. — с. 4 — 7

Савельева Виктория Анатольевна – студент Белорусского национального технического университета, vlarnetova22@gmail.com.

Лабкович Ольга Николаевна – старший преподаватель Белорусского национального технического университета, Olji@tut.by.

УДК 378

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ
THE IMPACT OF TECHNOLOGY ON EDUCATION IN THE MODERN WORLD

Щецкая Д.Э., Жаврид В. С.

Shchetskaya D. E., Zhavrid V. S.

Аннотация: научная статья посвящена исследованию влияния современных технологий на систему образования в условиях цифровой трансформации. Мы проанализировали как положительные аспекты внедрения технологий (расширение доступа к знаниям, персонализация обучения, повышение эффективности), так и связанные с этим риски (цифровое неравенство, информационная перегрузка). Особое внимание уделяется рассмотрению примера разработки и применения электронного учебно-методического комплекта (ЭУМК) по дисциплине «Информационные технологии в таможенном деле», который способствует повышению качества подготовки специалистов в цифровой экономике.

Annotation: This article explores the impact of modern technologies on the education system in the context of digital transformation. We analyzed the positive aspects of technology implementation (increased access to knowledge, personalized learning, improved efficiency) and the associated risks (digital divide, information overload). Particular attention is paid to the example of the development and application of an electronic educational-methodical complex (EEMC) in the discipline "Information Technologies in Customs Affairs," which contributes to improving the quality of training specialists in the digital economy.

Ключевые слова: образование, технологии в образовании, цифровая трансформация, информационные технологии, ЭУМК (электронный учебно-методический комплект), успеваемость.

Keywords: education, technology in education, digital transformation, information technology, EEMC (electronic educational-methodical complex), academic performance.

Современный мир переживает эпоху цифровой трансформации, которая коренным образом меняет все сферы человеческой деятельности, и образование не является исключением. Традиционная модель обучения, основанная на непосредственной передаче знаний от преподавателя к ученику в рамках учебного заведения, постепенно уступает место новым, более гибким и динамичным формам, определяемым развитием информационных технологий. В связи с этим, возникает острая необходимость в научном осмыслении влияния технологий на образование, выявлении перспективных направлений его развития и минимизации потенциальных рисков. Данная работа посвящена анализу этого сложного и многогранного процесса, а также рассмотрению конкретного примера – электронного учебно-методического комплекта по дисциплине «Информационные технологии в таможенном деле», разработанного с целью эффективной подготовки специалистов в условиях цифровой экономики.

Актуальность темы определяется в необходимости адаптации системы образования к потребностям цифрового поколения и требованиям рынка труда, ориентированного на специалистов, обладающих не только предметными знаниями, но и развитыми цифровыми компетенциями. Во-вторых, важностью обеспечения равного доступа к качественному образованию для всех слоев населения, что становится возможным благодаря развитию дистанционных и онлайн-технологий. В-третьих, потребностью в непрерывном образовании и самосовершенствовании в условиях быстро меняющегося мира, что требует разработки новых подходов и инструментов обучения.

Влияние технологий на образование носит комплексный и многогранный характер. С одной стороны, технологии расширяют возможности доступа к знаниям, делая образование более гибким, доступным и персонализированным. Дистанционное обучение позволяет обучаться в любом месте и в любое время, а интерактивные образовательные ресурсы, такие как электронные учебники, тренажеры и симуляторы, делают процесс обучения более увлекательным и эффективным.

С другой стороны, внедрение технологий в образование сопряжено с рядом проблем и рисков. Цифровое неравенство может привести к усилению социального неравенства, а информационная перегрузка затрудняет поиск достоверных и качественных образовательных ресурсов. Чрезмерное использование технологий может негативно сказаться на здоровье и социальных навыках учеников. Важно также обеспечить надежную защиту персональных данных и переподготовить преподавателей для эффективного использования новых технологий. Необходимо помнить, что технология – это лишь инструмент, а успех образовательного процесса зависит от грамотного его применения и сохранения баланса между технологиями и традиционными методами обучения.

В современной образовательной практике происходит трансформация роли преподавателя, который перестает быть единственным источником знаний и становится, скорее, наставником и фасилитатором, помогающим студентам ориентироваться в огромном потоке информации и развивать навыки самостоятельного обучения. Студент, в свою очередь, становится активным участником образовательного процесса, самостоятельно выбирает образовательные ресурсы, определяет темп обучения и несет ответственность за результаты. Учебный процесс благодаря поддержке его современными инфокоммуникационными технологиями (ИКТ), системе автоматизации закономерно становится технологическим процессом по воспроизводству знаний и их организации.

Анализ современной научно-методической литературы свидетельствует о тенденции все более широкого использования инфокоммуникационных технологий в преподавании

информатики [1].

От единичных экспериментов учебные заведения постепенно переходят к повседневному использованию, а некоторые к построению целостных систем дистанционного образования на своей базе, помогающей централизовать, ревизовать и заново упорядочить собственные образовательные ресурсы [2].

Примером эффективного использования информационных технологий в образовательном процессе является разработанный нами электронный учебно-методический комплект (ЭУМК) по дисциплине «Информационные технологии в таможенном деле». Данный ЭУМК предназначен для подготовки специалистов в области таможенного дела и включает в себя:

- Теоретические материалы, созданные на основе лекционного курса по дисциплине «Информационные технологии в таможенном деле».
- Раздел Лабораторных работ, который позволяет применить знания на практике.
- Практические задания в виде тестов в Google-форме и учебные тесты с помощью HTML и JavaScript для закрепления полученных знаний.

Разработка ЭУМК обусловлена необходимостью обеспечения качественной подготовки специалистов в области таможенного дела в условиях цифровой экономики.

Информационные технологии играют все более важную роль в таможенной сфере, поэтому выпускники должны обладать не только знаниями в области таможенного законодательства, но и навыками использования современных информационных систем и технологий. Использование ЭУМК позволяет повысить эффективность обучения, обеспечить индивидуальный подход к каждому студенту и сформировать необходимые профессиональные компетенции. ЭУМК разработан с учетом современных педагогических требований и ориентирован на активное участие студентов в учебном процессе. Использование тестов в Google-форме и с помощью HTML и JavaScriptв способствует лучшему усвоению материала и повышает мотивацию к обучению.

Для выявления эффективности применения ЭУМК был проведен эксперимент, который наглядно показал, что учащиеся, обучающиеся с применением ЭУМК, демонстрируют более высокую успеваемость по сравнению со студентами, обучающимися по традиционной методике (рис. 1).

Применение ЭУМК в обучении способствует повышению успеваемости, более глубокому пониманию материала, развитию практических навыков и применению полученных знаний. ЭУМК играет важную роль в повышении качества образования и эффективного усвоения учебного материала.

Научная и практическая ценность работы заключается в разработке авторской концепции и технологии создания электронных учебно-методических комплексов для высших учебных заведений. При подготовке научного издания «Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине информационные технологии в таможенном деле» была поставлена цель не только разработать концепцию исследуемой проблемы, но и показать возможности практической реализации авторской технологии в реальных условиях образовательного процесса на базе факультета технологий управления и гуманитаризации (ФТУГ) Белорусского Национального Технического Университета.

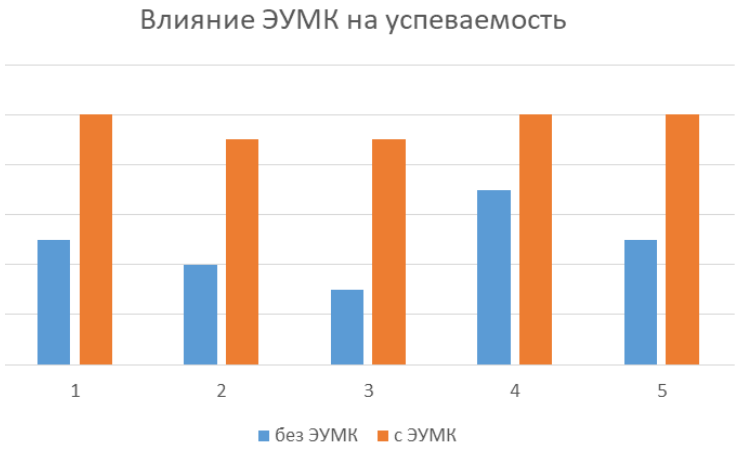

Рис. 1. Успеваемость студентов, которые обучаются с помощью ЭУМК

Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на разработку новых образовательных технологий и инструментов, а также на изучение влияния цифровой трансформации на различные аспекты образовательного процесса. Для этого необходимо поддерживать научные исследования, развивать сотрудничество между образовательными учреждениями и технологическими компаниями, а также активно внедрять инновационные решения в образовательную практику.

Библиографический список

1. Ваграменко, Е.А. Информационные технологии и модернизация образования [Текст] / Е. А. Ваграменко // Педагогическая информатика. – 2000. – № 2. – С. 310.

2. Босикова, К. Н. Условия повышения учебной активности студентов неязыковых специальностей средствами новых информационных технологий [Текст] / К. Н. Босикова // Сибирский педагогический журнал. – 2007. – № 3. – С. 333–339.

Щецкая Дарья Эдуардовна - Белорусский Национальный Технический Университет, студентка 3 курса, dasha190920042004@icloud.com

Жаврид Валерия Сергеевна - студентка 3 курса, Белорусский Национальный Технический Университет, valeriazavrid8@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ

КАЧЕСТВО И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ

Александров А.В., Тясто С.А.
АРХИТЕКТУРНЫЕ ПОДХОДЫ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРО-ГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ 7

Бармин И.Ю. Федорова Л.А.
СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗ-ВИТИЕМ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ 13

Букварев В.В., Козлова А.В.
НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СМК КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФ-ФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ 18

Быкова А. В.
ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМА АНАЛИЗА ДАННЫХ ЗАПРОСОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕКЛАМАЦИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ 24

Вагин М.А., Козлова А.В.
ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ KNIME В ПРОЦЕССЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА 29

Гололобов Д.В., Ахунова Л.В, Сиваш П.В.
МЕРОПРИЯТИЯ В РАМКАХ РАБОТ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ КОМ-ПЛЕКТУЮ-ЩИХ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ НПЗ 34

Демьянец К.Р., Клочкова К.В.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛИТ С ИС-ПОЛЬЗОВАНИЕМ CNN НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И РЕНТГЕ-НОГРАФИИ 40

Егорова М.Б., Чаплиц В.С.
КАЧЕСТВО И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕ-НИЮ 48

Жарылгапова К.Б., Клочкова К.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ АВТО-МАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ 54

Коротеев Т.И.
ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С СИСТЕМОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКАХ 60

Лымарева Е.М.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 67

Пастухов Ю. Ф., Пастухов Д. Ф., Чертков В. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ АРИФМЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ВЫЧЕТОВ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ В ПОЛЕ Zp 70

Федоськина Л.А., Бирюкова Д.С.
СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАКУПОК В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА 75

Яковлева М. А., Козлова А.В.
РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО

УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И ВОЗМОЖНОСТЯМИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 82

Ясашин В.А., Лебедева Д.Д.
АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОДЕТАНДЕРА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦИКЛЕ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА 86

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Агафонов Н.В. Шварцбург Л.Э.
ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОЙ ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ 92

Аддас Сафух, Шварцбург Л. Э.
ПОДХОДЫ К ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ 100

Гвоздкова С.И., Артемьева М.С., Кулизаде Д.И.
МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕАТИВНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА 108

Барсукова Н.В.
АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 114

Владыкина А.В.
РОЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ ЗЕЛЕНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ 121

Донцова С. Е., Захарова В.Д.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНОЙ ПЕЧИ 125

Заборовска Б., Заборовский Т.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗКИ МАТЕРИАЛА 130

Заборовска Э.М., Заборовский Т.
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ 136

Заборовский Т.
ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ 142

Иванова Н.А., Рябов С.А.
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ И ИХ КРАТКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ 150

Ислам Эмди, Шварцбург Л. Э.
АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ В СКОРОСТИ НУЛЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЗВУКОВ ОЖИВЛЕННОГО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕЖДУ МОСКВОЙ И ДАККОЙ 157

Тихонова Ю.В.
АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ 164

Фахрутдинов Т.Р., Шварцбург Л.Э.
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА 177

Шарара Симбараше
ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕК-ТОРИЕЙ И ПАРАМЕТРАМИ ПРИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ 176

Шварцбург Л.Э., Кулизаде Д.И., Скрипоченко В.С.
ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА 182

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ НА ПРОСТРАНСТВЕ ЕАЭС

Ботвенкова К.С., Лабкович О.Н.
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТАМОЖЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СТРАНАХ ЕАЭС: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ИНТЕГРАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ 190

Галч Гандуулга
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ 196

Еленев К.С.
РАЗВИТИЕ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКИХ СТАНКОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА "СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА И АВТОМАТИЗАЦИИ" 203

Зырянова Е.С., Карпенко Е.М.
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПРЕДПРИ-ЯТИЯХ БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «АТЛАНТ») 211

Ивочкина П.С.
ТАМОЖЕННЫЙ АУДИТ КАК МЕХАНИЗМ СОКРАЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 216

Карпенко В. М., Тишкевич М. В.
ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АДМИНИСТРАТИВНО-УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА 222

Крысин Г.С., Авсиевич Н.А.
ВНЕДРЕНИЕ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕД-ПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 229

Окуловский Д.В.
БАРЬЕРЫ И АДАПТАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКИХ ЭКСПОРТЕРОВ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ 234

Окуловский Д.В.
ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКСПОРТНОЙ ГЕОГРАФИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПАНИЙ РОССИИ: ПРИОРИТЕТНЫЕ РЫНКИ И ОГРАНИЧЕНИЯ 241

Ошеко Ю. Е., Демидкина Д. А.
ПЕРЕХОД К УСТОЙЧИВЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ В ЕАЭС 246

Перевозникова Д.Д., Лабкович О.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТАМОЖЕННОЙ ПРОЦЕДУРОЙ СВОБОДНОГО СКЛАДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ 250

Савельева В.А., Лабкович О.Н
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВА В СФЕРЕ ТАМОЖЕННОГО ДЕЛА 256

Щецкая Д.Э., Жаврид В. С.
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ 261

Научное издание

Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования – УИРП-2025: Материалы международной научно-практической конференции (г. Москва, 28 мая 2025 г.) В 2 т. Том 1.

Под редакцией Е.Д. Коршуновой, Ю.Я. Еленевой, А.В. Капитанова, Л.Э. Шварцбурга, Е.В. Соковой

Management and innovative development of the enterprise: new approaches and topical researches – (UIRP-2025): Materials of the International Scientific and Practical Conference (Moscow, on May, 28th, 2025). In 2 volumes. Volume 1.

Under E.D. Korshunova's, Y.Y. Eleneva's, A.V. Kapitanov's, L.E. Shvartsburg's, E.V. Sokova's edition

ISBN 978-5-7028-0825-3