

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»
<https://mes-journal.ru>

2025, № 3 / 2025, Iss. 3 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

УДК 164.01



¹ Скворцова Н.А., ¹ Ковальков А.А.,

¹ Московский финансово-промышленный университет Синергия

Оптимизация цепочек поставок на основе искусственного интеллекта в химической отрасли

Аннотация: целью статьи является исследование интеграции искусственного интеллекта в цепочках поставок и его влияние на процесс принятия управлений решений, на примере химической отрасли. Применение инструментов искусственного интеллекта стало приоритетной основой для развития современных подходов к управлению ресурсами, совершенствованию логистических путей, складских операций. В статье обоснованы важные вопросы в сфере дистрибуции, касающиеся улучшения и автоматизации рутинных операций в цепочках поставок, так как за счет современных технологий можно существенно сократить затраты и время.

Методы: в процессе исследования использован метод теоретического обзора, позволяющий изучить специфику формирования цепочек поставок на современном этапе. Метод анализа и статистики позволил изучить динамику развития химической отрасли в России за последние 2021-2023 годы. С помощью метода обобщения сделаны выводы, касающиеся результативности предлагаемого механизма оптимизации.

Результаты содержат описание модели оптимизации цепей поставок, которую необходимо использовать на базе инструментов искусственного интеллекта в химической отрасли. Комплексный подход к управлению цепочками поставок помогает выявить слабые места и обобщить имеющиеся методики оптимизации. Также рассчитывается экономическая эффективность от внедрения предлагаемой модели.

Выводы: представлено общее заключение о значении искусственного интеллекта в логистической сфере как главной технологии, позволяющей оптимально развивать химическую отрасль в рамках повышения конкурентоспособности страны. Выявленные технологические возможности искусственного интеллекта с точки зрения прогнозирования, анализа больших данных и управления запасами позволяют спланировать и мониторить процесс всей цепочки поставок.

Ключевые слова: оптимизация, логистика, искусственный интеллект, цепочки поставок, химическая отрасль, промышленность

Для цитирования: Скворцова Н.А., Ковалев А.А. Оптимизация цепочек поставок на основе искусственного интеллекта в химической отрасли // Modern Economy Success. 2025. № 3. С. 173 – 179.

Поступила в редакцию: 14 января 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 11 марта 2025 г.; Принята к публикации: 21 апреля 2025 г.

¹ Skvortsova N.A., Kovalkov A.A.,

¹ Moscow University for Industry and Finance Synergy

Supply chain optimization based on artificial intelligence in the chemical industry

Abstract: the purpose of the article is to study the integration of artificial intelligence in supply chains and its impact on supply chains, using the example of the chemical industry. The application of artificial intelligence tools has become the main basis for the development of modern approaches to resource management, improvement of logistics routes, and warehouse operations. The article substantiates the important issues in the distribution sector concerning the improvement and automation of routine operations in supply chains, as it is possible to significantly reduce costs and time due to modern technologies.

Methods: in the process of research the method of theoretical review was used, which allows to study the specifics of the formation of supply chains at the present stage. The method of analysis and statistics allowed us to study the dynamics of the chemical industry in Russia for the last 2022-2024 years. Using the method of generalization, conclusions are drawn concerning the effectiveness of the proposed optimization mechanism.

The results contain a description of the supply chain optimization model to be used on the basis of artificial intelligence tools in the chemical industry. An integrated approach to supply chain management helps to identify weaknesses and generalize the available optimization techniques. The economic efficiency from the implementation of the proposed model is also calculated.

Conclusions: a general conclusion is presented on the importance of artificial intelligence in the logistics sector as the main technology enabling optimal development of the chemical industry within the framework of improving the competitiveness of the country. The identified technological capabilities of artificial intelligence in terms of forecasting, big data analysis and inventory management allow planning and monitoring the process of the entire supply chain.

Keywords: optimization, logistics, artificial intelligence, supply chain, chemical industry, industry

For citation: Skvortsova N.A., Kovalkov A.A. Supply chain optimization based on artificial intelligence in the chemical industry. Modern Economy Success. 2025. 3. P. 173 – 179.

The article was submitted: January 14, 2025; Approved after reviewing: March 11, 2025; Accepted for publication: April 21, 2025.

Введение

В условиях современного и стремительного развития технологий логистическая отрасль претерпевает серьезные изменения, трансформируя имеющиеся подходы к управлению запасами, анализу данных, изменению цепочек поставок и прогнозированию. Особенно это касается промышленности, которая за последние три года столкнулась с серьёзными вызовами и угрозами. Одним из секторов промышленности является химическая отрасль, которая сейчас считается одной из самых динамично развивающихся сфер. Различные виды химического сырья, включая природный газ, уголь, нефтепродукты и минеральные соли, служат основой для производственных процессов в этой отрасли. За счет развития данной отрасли другие сферы экономики имеют возможность расширять ассортимент конечных товаров, а также создавать синтетические материалы, которые невозможно найти в природе. В связи со значимостью данной отрасли важно разрабатывать современные технологии и подходы к управлению цепочками поставок конечных продуктов. Одним из таких технологий является искусственный интеллект. С помощью него можно проводить анализ больших объемов данных, прогнозировать потребности и оптимизировать процессы, снижая в конечном итоге затраты и улучшая качество продукции.

Исходя из этого, научная новизна работы состоит в том, чтобы обосновать применение искусственного интеллекта в цепочках поставок в химической отрасли, предложив новый механизм оптимизации, опираясь на алгоритмы прогнозиро-

вания спроса, управления запасами и логистики.

В теоретическом контексте стоит сказать, что термин «оптимизация» применим к разным отраслям и сферам деятельности. Он сводится к тому, что компании сталкиваются с необходимостью эффективного использования ограниченных ресурсов для достижения своих целей. С этой точки зрения оптимизация представляет собой поиск наиболее выгодных решений путем определения максимальных или минимальных значений целевых показателей среди доступных альтернатив [1, 4].

Что касается управления цепочками поставок, то оптимизация включает множество разнообразных задач, конечная цель которых состоит в укреплении рыночных позиций и рациональном использовании имеющихся ресурсов. Особенно важным аспектом является грамотное определение лимитов и ограничивающих факторов на всех этапах цепочки поставок. Данный подход позволяет выстроить сбалансированную систему, учитывающую реальные возможности бизнеса и особенности рыночной среды [2].

В России концепция управления цепями поставок стала активно изучаться в первые годы XXI века. Важным этапом стало появление научного труда отечественного специалиста Д. А. Иванова в 2003 году, где подробно освещались практические аспекты и методы планирования в сфере управления цепочками поставок. До этого момента российские исследователи могли опираться лишь на переведенные труды зарубежных экспертов, таких как М. Кристофер, Д. Бауэрсокс, Д. Клосс, а позднее К. Ламберт и Д. Сток, которые преимуще-

ственno концентрировались на стратегических аспектах управления цепочками поставок [6].

Также на данный период есть различные подходы к планированию поставок. Например, в модели структурно-функциональной надежности цепи поставок Е.И. Зайцева и А.А. Бочкарева рассмотрен следующий подход к планированию поставок: пусть поставки осуществляются консолидированно, в виде одной отправки [6].

Европейская логистическая ассоциация определяет термин «управление цепочками поставок» как комплексную бизнес-концепцию, которая

охватывает множество аспектов. В основе этой концепции лежит системный подход к организации логистических процессов. Он включает разработку стратегических планов, выстраивание эффективных организационных структур и внедрение вспомогательных механизмов [8].

Особое внимание уделяется методологии принятия решений, грамотному распределению ресурсов и созданию необходимых процедур для поддержания всей системы в рабочем состоянии. На рис. 1 представлено схематически суть интеграции цепи поставок.



Рис. 1. Интеграция цепи поставок. Составлено авторами по данным [6].

Fig. 1. Supply chain integration. Compiled by the authors based on [6].

Итак, получается, что управление цепочками поставок – это процесс интегральный, основанный на различных принципах.

Материалы и методы исследований

Материалами исследования послужили статьи, научные труды зарубежных и отечественных исследователей, уделивших внимание преимуществам оптимизации маршрутов поставок, складскому и логистическому управлению запасами. В процессе работы был использован метод теоретического обзора сущности оптимизации, также был применен метод анализа и статистики, с помощью которых изучена динамика химической отрасли России. Также при написании выводов и результатов исследования был использован метод обобще-

ния.

Результаты и обсуждения

Химическая отрасль в России характеризуется тем, что преимущественно производит базовое сырье и продукцию первичной переработки. Финансовые показатели отрасли демонстрируют положительную динамику. Так, например, в 2023 году наблюдался существенный подъем, производство химикатов и веществ увеличилось на 13,4%, а выпуск изделий из резины и пластика вырос на 11,3%. В целом химический сектор показал прирост в 12,9% по сравнению с 2021 годом в денежном эквиваленте. Рис. 2 наглядно демонстрирует показатели работы предприятий химических производств РФ в 2021-2023 гг.

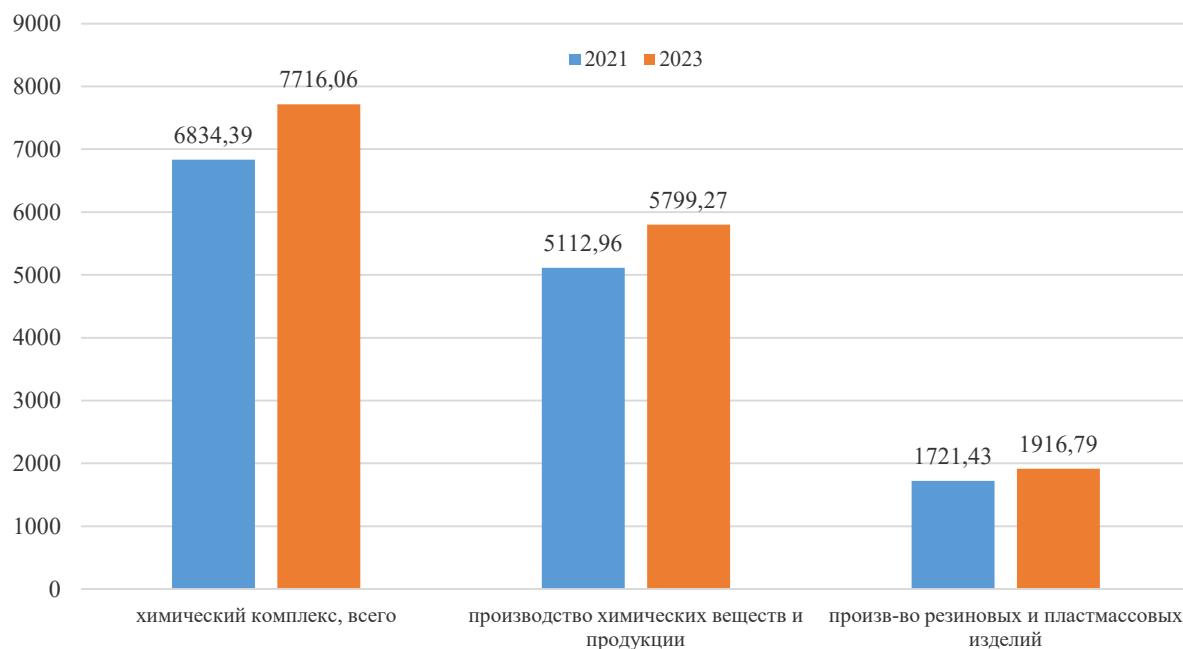


Рис. 2. Показатели работы предприятий химических производств РФ в 2021 и 2023 гг., млрд. руб. Составлено авторами по данным [9].

Fig. 2. Performance indicators of chemical production enterprises in the Russian Federation in 2021-2023, billion rubles. Compiled by the authors according to [9].

В 2023 году объем потребляемых основных химических продуктов достиг отметки в 6764 миллиона тонн. Анализ рынка демонстрирует устойчивый рост спроса на химическую продук-

цию, который наблюдается стабильно с 2017 года. Далее на рис. 3 представлены объемы потребления (в %) химической продукции в России за 2023 год.

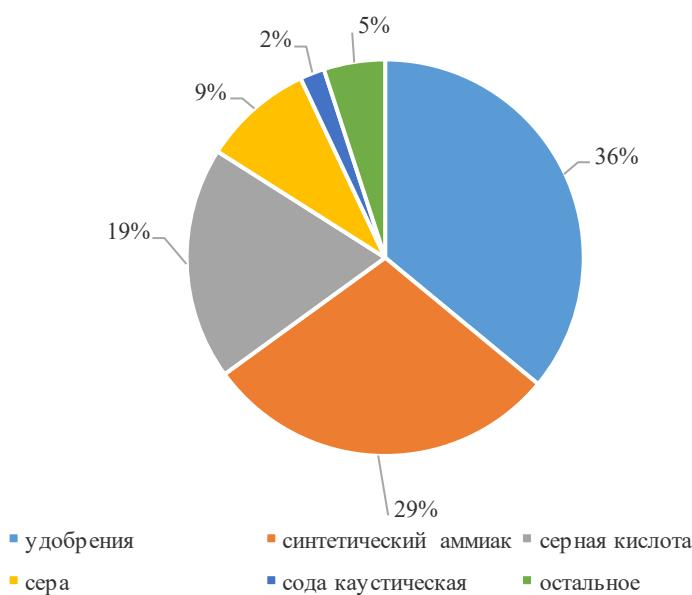


Рис. 3. Потребление химической продукции в России в 2023 г., %. Составлено авторами по данным [9].

Fig. 3. Consumption of chemical products in Russia in 2023, %. Compiled by the authors according to [9].

Стоит сказать, что логистика в химической отрасли развита неравномерно. Химические производства сконцентрированы в большей степени на европейских территориях России, что обусловлено рядом стратегических факторов. Развитая транспортная сеть и инфраструктура в этих регионах создают благоприятные условия для функционирования отрасли [10]. Немаловажную роль играет удобное расположение относительно источников сырья и наличие квалифицированной рабочей силы. Кроме того, европейская часть страны характеризуется высокой плотностью населения и промышленных объектов, что обеспечивает стабильный спрос на химическую продукцию. Такое географическое распределение производственных мощностей создает заметный дисбаланс в территориальном развитии химической промышленности страны [11].

Оптимизация поставок в химической отрасли в современных условиях должна осуществляться на базе цифровых технологий. Одним из таких важных инструментов является искусственный интеллект. Химическая промышленность требует особого подхода к цифровой трансформации из-за высокой комплексности производственных процессов. Поэтому важными направлениями выступают углубленное процессное моделирование, непрерывный контроль параметров и применение средств аналитики на основе больших данных. Все эти инструменты направлены на обеспечение безопасного производства качественной продукции в условиях повышенной технологической сложности [7].

Говоря о возможностях искусственного интеллекта в данной отрасли, в первую очередь речь

идет об анализе, контроле и мониторинге больших объемов данных. На основе современных алгоритмов искусственного интеллекта можно существенно повысить качество выпускаемой продукции благодаря непрерывному анализу показателей с измерительных устройств. В режиме реального времени системы машинного обучения вырабатывают оптимальные решения, направленные на сокращение производственных издержек, включая энергопотребление и объемы отходов. Это позволяет достичь максимальной производительности [3, 5].

Кроме этого, искусственный интеллект благодаря своим функциям может помочь спрогнозировать спрос на химическую продукцию. В результате этого компании химической промышленности имеют возможность предсказывать сколько продукта потребуется в будущем. Немаловажным преимуществом в рамках оптимизации является улучшения управления запасами. Инструменты ИИ анализируют информацию об имеющихся запасах, сроках годности и потреблении, тем самым оптимизируя уровень запасов и снижая затраты на хранение. В химической отрасли это особенно важно, так как есть некоторые вещества могут быть опасными или иметь ограниченный срок хранения [4].

С точки зрения логистики ИИ позволяет компаниям осуществлять анализ маршрутов доставки, выбирать наиболее эффективные пути с учетом различных факторов, таких как погодные условия и дорожные пробки. В целом, на основании изученных преимуществ ИИ можно предложить свою модель оптимизации цепей поставок на основе искусственного интеллекта (рис. 4).

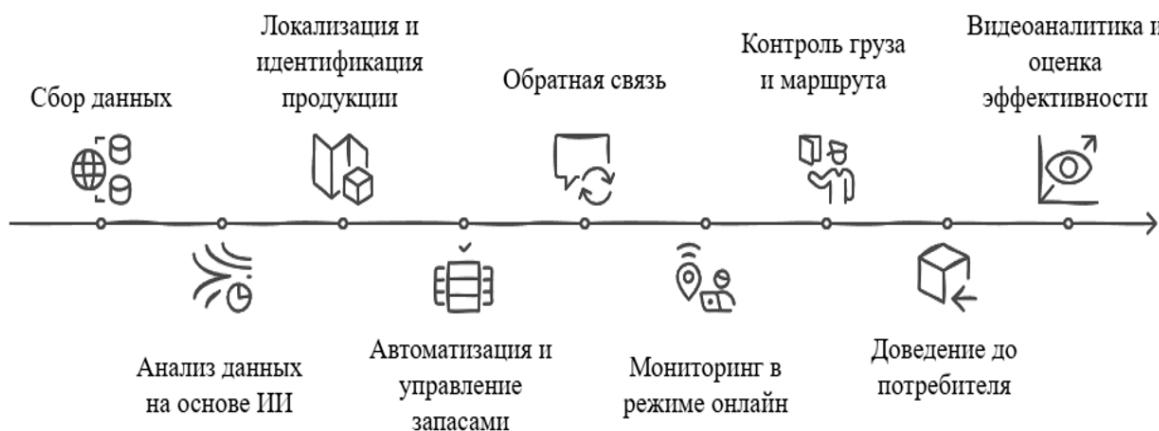


Рис. 4. Модель оптимизации цепочек поставок на основе ИИ. Составлено авторами в рамках проведенного исследования.

Fig. 4. An AI-based supply chain optimization model. Compiled by the authors as part of the study.

Подразумевается, что на этапе сбора данных осуществляется поиск и анализ данных о продаже товаров химического производства, ведется сбор сведений о запасах и их сроках годности с учетом категории товара. Кроме этого, подразумевается изучение данных о поставках сырья для химического производства. С помощью алгоритмов машинного обучения осуществляется прогнозирование дальнейшего спроса, оптимизация управления запасами. При этом инструменты ИИ автоматически определяют количество продукции и оптимальный уровень запасов. Далее происходит оптимизация логистики, в рамках которой анализируются маршруты доставки до конечного потребителя химической продукции. При возможности маршрут может быть сокращен, так как ИИ позволяет учесть погодные условия, пробки на дорогах и иные факторы, влияющие на маршрутизацию [4].

Далее предлагается рассмотреть возможный сценарий, используя средние статистические значения.

Предположим, что объем продаж химической продукции в месяц составляет 9500 единиц. При этом средняя цена единицы продукции составляет 250 рублей. Тогда общие затраты 2 375 000 рублей в месяц. Затраты на хранение запасов возьмем среднее значение в 120 000 рублей месяц. При этом процент потерь от устаревших запасов будет 5% от общего объема запасов (средний объем запасов составляет 5 000 единиц).

Среднее время доставки без оптимизации составляет 5 дней, а с оптимизацией - 3 дня. Процент снижения времени простоя оборудования благодаря оптимизации равен 10%. Тогда оценка эффективности будет считаться таким образом:

Новый объем продаж: $9500 * 1.1 = 10\ 450$ единиц.

Новый доход: $10\ 450 * 250 = 2\ 612\ 500$ рублей.

Сравнивая результаты после оптимизации, получаем разницу между доходом и затратами: $2\ 612\ 500 - 2\ 375\ 000 = 237\ 500$ руб. То есть экономический эффект составит 237 500 руб. в месяц, что свидетельствует о положительном эффекте.

Таким образом, предлагаемая модель описывает процесс оптимизации цепочек поставок на основе сокращения и анализа маршрутов движения товаров. С этой точки зрения алгоритмы машинного обучения производят анализ имеющихся запасов товаров на складах, передавая данные и автоматически определяя уровень запасов.

Выводы

Итак, проведя исследование, можно сделать вывод, что в условиях происходящей цифровизации применения искусственного интеллекта в химической отрасли имеет важное значение. Предприятия, задействованные в химическом производстве, должны внедрять современные решения в свои логистические процессы. Большие данные и искусственный интеллект являются главными инструментами для оптимизации цепочек поставок в отрасли. В целом цифровые технологии трансформируют логистическую отрасль, открывая новые возможности для химического производства. Компании получают инструменты для существенного повышения эффективности операций, что проявляется в более точных прогнозах и сокращении расходов. Оптимальное использование складского пространства и выбор наиболее безопасных транспортных путей способствуют рациональному потреблению ресурсов.

Список источников

1. Дыбская В.В., Сергеев В.И., Сергеев И.В. Квантовая логистика: новый взгляд на оптимизацию логистической деятельности в цепях поставок // Логистика. 2024. № 5. С. 42 – 48.
2. Дыбская В.В., Сергеев В.И., Лычкина Н.Н. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок / под общ. ред.: В.И. Сергеева; науч. ред.: В.И. Сергеева. М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2020. 190 с.
3. Подсухина А.Р., Авруцкая С.Г. Мировые тенденции внедрения цифровых технологий в химической промышленности // Успехи в химии и химической технологии. Т. XXXVII. 2023. № 1. С. 63 – 66.
4. Семенова А.В. Пути оптимизации логистических затрат // Молодой ученый. 2014. 10 (59). С. 122 – 123.
5. Сергеев В.И., Сергеев И.В. Методология планирования цепей поставок // РИСК. 2022. № 1. С. 12 – 22.
6. Скворцова Н.А., Емелин Д.А. Оптимизация бизнес-процессов компаний с применением цифровых инструментов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: «Экономика и право». 2024. № 2. С. 58 – 62.
7. Шоназарова Н.Б., Кенжава Б.О. Сущность логистических затрат и пути их оптимизации // Проблемы науки. 2020. № 5 (53). С. 32 – 33.

8. Шукров М., Дурдыева А., Гурбаниязов К. Оптимизация цепей поставок и логистических процессов с использованием искусственного интеллекта и анализа больших данных// Международный научный журнал «Инновационная наука». 2024. № 11-1-1. С. 62 – 64.
9. Интерфакс «Развитие химической промышленности до 2030 года потребует 2 трлн рублей» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/934984> (дата обращения: 13.11.2024)
10. Итоги развития химической отрасли в РФ в 2023 году. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/itogi-razvitiya-khimicheskoy-otrasli-v-rf-v-2023-godu/?ysclid=m767t6v463140188304> (дата обращения 14.11.2024)
11. Digitalization of the European Chemical industry world // European Federation of Chemical Engineering. URL: https://efce.info/Events/European+Forum+on+New+Technologies/2nd+European+Forum+on+New+Technologies/_Winter20190301_EFCE_Digital_Cefic_MWi_final.pdf (дата обращения 11.11.2024)

References

1. Dybskaya V.V., Sergeev V.I., Sergeev I.V. Quantum logistics: a new look at the optimization of logistics activities in supply chains. Logistics. 2024. No. 5. P. 42 – 48.
2. Dybskaya V.V., Sergeev V.I., Lychkina N.N. Digital technologies in logistics and supply chain management. under the general editorship: V.I. Sergeeva; scientific editor: V.I. Sergeeva. Moscow: Publishing House of the National Research University Higher School of Economics, 2020. 190 p.
3. Podsvikhina A.R., Avrutskaya S.G. World trends in the implementation of digital technologies in the chemical industry. Advances in Chemistry and Chemical Technology. Vol. XXXVII. 2023. No. 1. P. 63 – 66.
4. Semenova A.V. Ways to optimize logistics costs. Young scientist. 2014. 10 (59). P. 122 – 123.
5. Sergeev V.I., Sergeev I.V. Methodology of supply chain planning. RISK. 2022. No. 1. P. 12 – 22.
6. Skvortsova N.A., Emelin D.A. Optimization of business processes of companies using digital tools. Modern science: current problems of theory and practice. Series: "Economics and Law". 2024. No. 2. P. 58 – 62.
7. Shonazarova N.B., Kenzhaeva B.O. The essence of logistics costs and ways to optimize them. Problems of science. 2020. No. 5 (53). P. 32 – 33.
8. Shukrov M., Durdyeva A., Gurbaniyazov K. Optimization of supply chains and logistics processes using artificial intelligence and big data analysis. International scientific journal "Innovation Science". 2024. No. 11-1-1. P. 62 – 64.
9. Interfax "Development of the chemical industry until 2030 will require 2 trillion rubles" [Electronic resource]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/934984> (date of access: 11.13.2024)
10. Results of the development of the chemical industry in the Russian Federation in 2023. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/itogi-razvitiya-khimicheskoy-otrasli-v-rf-v-2023-godu/?ysclid=m767t6v463140188304> (date of access: 11.14.2024)
11. Digitalization of the European Chemical industry world. European Federation of Chemical Engineering. URL: https://efce.info/Events/European+Forum+on+New+Technologies/2nd+European+Forum+on+New+Technologies/_Winter20190301_EFCE_Digital_Cefic_MWi_final.pdf (date of access: 11.11.2024)

Информация об авторах

Скворцова Н.А., кандидат экономических наук, доцент, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9139-3756>, Московский финансово-промышленный университет Синергия, 115230, г. Москва, Хлебозаводский пр-д, д. 7, стр. 10, NSkvortsova@synergy.ru

Ковальков А.А., аспирант, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-8084-7960>, Московский финансово-промышленный университет Синергия, 105318, г. Москва, ул. проспект Вернадского, д. 6, БЦ Капитолий, этаж 6, офис 635, kovalkov@renheng.com

© Скворцова Н.А., Ковальков А.А., 2025