

УДК 004:658.5
DOI 10.17513/snt.40209

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ

Лубнина А.А., Шинкевич М.В.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: alsu1982@yandex.ru, leotau@mail.ru

Целью исследования является систематизация инструментария прогнозирования тенденций развития высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях современных вызовов, обусловленных турбулентностью, связанной с чередой глобальных кризисов. В статье использованы методы описательной статистики и прогнозирования на основе построения полиномиальной линии тренда в качестве перспективных инструментов анализа макроэкономических показателей развития. Анализ современных исследований показал, что проблемы развития высокотехнологичных отраслей промышленности являются актуальной тематикой научных исследований, однако требуют детальной проработки перспективные методики прогнозирования современных тенденций трансформации в условиях турбулентности. В работе наиболее точные результаты прогнозирования показателей развития высокотехнологичных отраслей в условиях неопределенности продемонстрировала полиномиальная линия тренда, для которой характерны высокие критерии достоверности в отличие от других математических методов. Проведенный статистический анализ показал, что высокотехнологические отрасли промышленности имели устойчивое поступательное развитие в 2017–2023 гг., вопреки осложнению экономической ситуации, введению санкций, череде кризисов и смене мирохозяйственного уклада. По результатам выявленных закономерностей и трендов в исследовании предложен комплекс рекомендаций по обеспечению увеличения эффективности высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях современных вызовов, который представляет собой перспективный инструмент совершенствования государственной программы, направленной на обеспечение технологического суверенитета страны.

Ключевые слова: прогнозирование, статистический анализ, высокотехнологичные отрасли, глобализация, макроэкономические показатели, устойчивое развитие

FORECASTING DEVELOPMENT TRENDS OF HIGH-TECH INDUSTRIES IN THE CONTEXT OF MODERN CHALLENGES

Lubnina A.A., Shinkevich M.V.

Kazan National Research Technological University, Kazan,
e-mail: alsu1982@yandex.ru, leotau@mail.ru

The aim of the work is to systematize the tools for forecasting trends in the development of high-tech industries in the context of modern challenges caused by turbulence associated with a series of global crises. The article uses methods of descriptive statistics and forecasting based on the construction of a polynomial trend line as promising tools for analyzing macroeconomic development indicators. Analysis of modern studies has shown that the problems of the development of high-tech industries are a relevant topic for scientific research, however, they require detailed elaboration of promising methods for forecasting modern transformation trends in conditions of turbulence. In the work, the most accurate results of forecasting indicators of the development of high-tech industries in conditions of uncertainty were demonstrated by a polynomial trend line, which is characterized by high reliability criteria in contrast to other mathematical methods. The statistical analysis showed that high-tech industries had a sustainable progressive development in 2017-2023, despite the complication of the economic situation, the introduction of sanctions, a series of crises and a change in the world economic structure. Based on the identified patterns and trends, the study proposes a set of recommendations to ensure increased efficiency in high-tech industries in the face of modern challenges, which represents a promising tool for improving the state program aimed at ensuring the country's technological sovereignty.

Keywords: forecasting, statistical analysis, high-tech industries, globalization, macroeconomic indicators, sustainable development

Введение

Определению трендов и перспектив развития высокотехнологичных отраслей промышленности посвящено значительное число научных исследований, анализ которых позволил сделать следующие выводы. Концептуальные подходы к формированию стратегии развития региональной инновационной высокотехнологичной про-

мышленности должны включать все глобальные тренды – устойчивое развитие, ESG-концепция, Индустрия 4.0, циркулярная экономика [1–3]. Качественная цифровая трансформация требует формирования инфраструктуры опытных и пилотных производств высокотехнологичной продукции машиностроения [4]. Одним из методов решения обозначенных задач является под-

держка научно-производственной кооперации и развитие высокотехнологичных корпораций [5], которые будут способствовать минимизации издержек жизненного цикла высокотехнологичной промышленной продукции в условиях цифровой трансформации и позволят усовершенствовать процесс планирования фундаментальных и прикладных исследований [6, 7]. Вместе с тем перспективными инструментами планирования и организации бизнес-процессов являются система контроллинга и система моделирования управления рисками производства высокотехнологичной гражданской продукции [8, 9].

Анализ отечественной научной литературы позволил сделать заключение о том, что тема развития высокотехнологичных отраслей промышленности является популярной, однако требуется более глубокая проработка вопросов совершенствования инструментов обеспечения увеличения их эффективности в условиях неопределенности, что обуславливает актуальность представленной тематики исследования.

Целью исследования является систематизация инструментария прогнозирования тенденций развития высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях современных вызовов, обусловленных турбулентностью, связанной с чередой глобальных кризисов. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- обзор отечественной литературы, направленной на выявление концептуальных подходов к формированию стратегии развития региональной инновационной высокотехнологичной промышленности;
- определение методов и подходов к прогнозированию трендов макроэкономического развития России;
- адаптация перспективных статистических инструментов прогнозирования макроэкономических показателей развития высокотехнологичных отраслей промышленности;
- интерпретация полученных результатов статистического анализа изучаемых макроэкономических явлений;
- разработка комплекса рекомендаций по обеспечению увеличения эффективности высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях современных вызовов, основанного на приоритизации основных постулатов ведущих глобальных концепций.

Объектом исследования являются высокотехнологичные отрасли промышленности РФ. Предметом – методы статистической обработки и прогнозирования показателей макроэкономического развития.

Материалы и методы исследования

С целью определения состояния и перспектив развития высокотехнологичных отраслей промышленности Российской Федерации в исследовании использованы методы описательной статистики для анализа динамики показателей в 2017–2023 гг., а также построены полиномиальные линии тренда четвертой степени для прогнозирования показателей на 2024 г. Приведен статистический анализ показателя «удельный вес высокотехнологичной продукции в общем объеме импорта РФ, %». Информационной базой исследования послужили статистические сборники и обзоры Росстата [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Высокотехнологичные отрасли формируют основу устойчивого инновационного развития страны и характеризуются следующими особенностями:

- значительные инвестиции в НИР;
- большая часть сотрудников имеют высшее образование и ученые степени соответствующих квалификаций;
- разработка и внедрение передовых инновационных и информационных технологий;
- производство технологичных конкурентоспособных изделий.

Важным показателем оценки эффективности развития высокотехнологичных отраслей промышленности является «удельный вес продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП Российской Федерации», который в 2023 г. составил 23,5%, что на 1,7% выше уровня 2017 г. (21,8%). Прогноз, основанный на полиномиальной линии тренда четвертой степени, показал, что в 2024 г. удельный вес высокотехнологичных отраслей в ВВП составит 31,5% ($R^2 = 0,87$) (рис. 1).

Кроме того, удельный вес высокотехнологичной продукции в общем объеме импорта РФ в 2023 г. составил 80,9%, что на 9,4% выше уровня 2017 г. (71,5%). Прогноз, основанный на полиномиальной линии тренда четвертой степени, показал, что в 2024 г. удельный вес высокотехнологичных отраслей составит 87,5% ($R^2 = 0,94$). Данный показатель говорит о том, что отечественная высокотехнологичная продукция является конкурентоспособной как на отечественном, так и международном рынках.

Для определения тенденции развития высокотехнологичных отраслей проведен статистический анализ показателя «удельный вес высокотехнологичных товаров в объеме импорта РФ» (рис. 2).

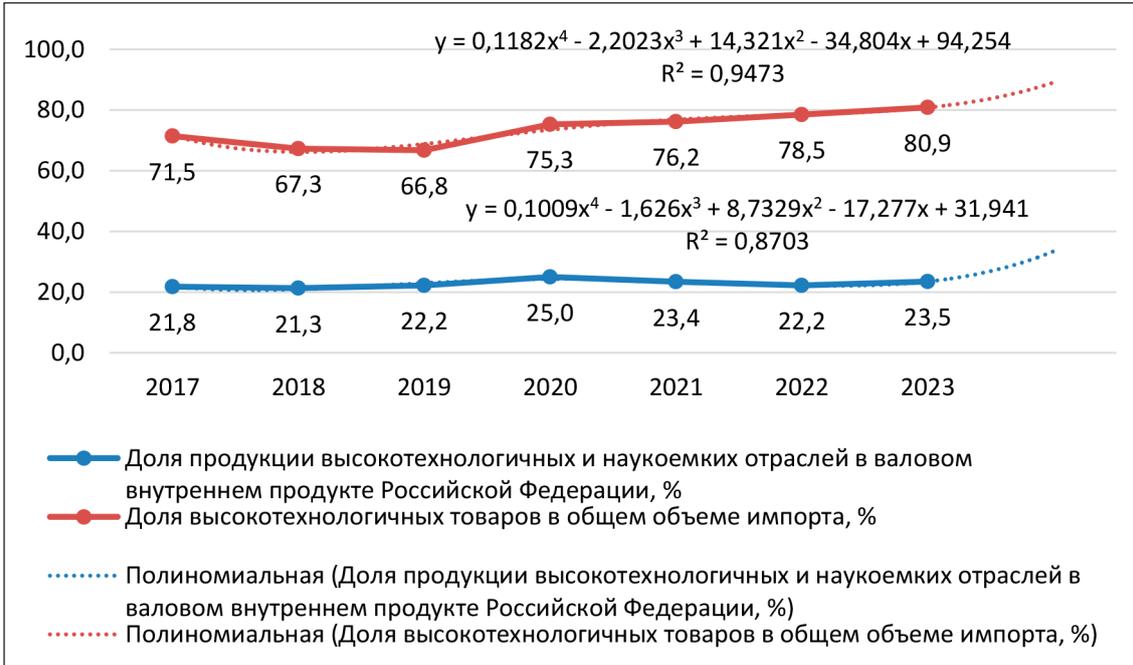


Рис. 1. Полиномиальная линия тренда четвертой степени прогнозирования показателей «удельный вес продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП РФ» и «удельный вес высокотехнологичных товаров в объеме импорта РФ»
 Источник: построено автором по данным [10]

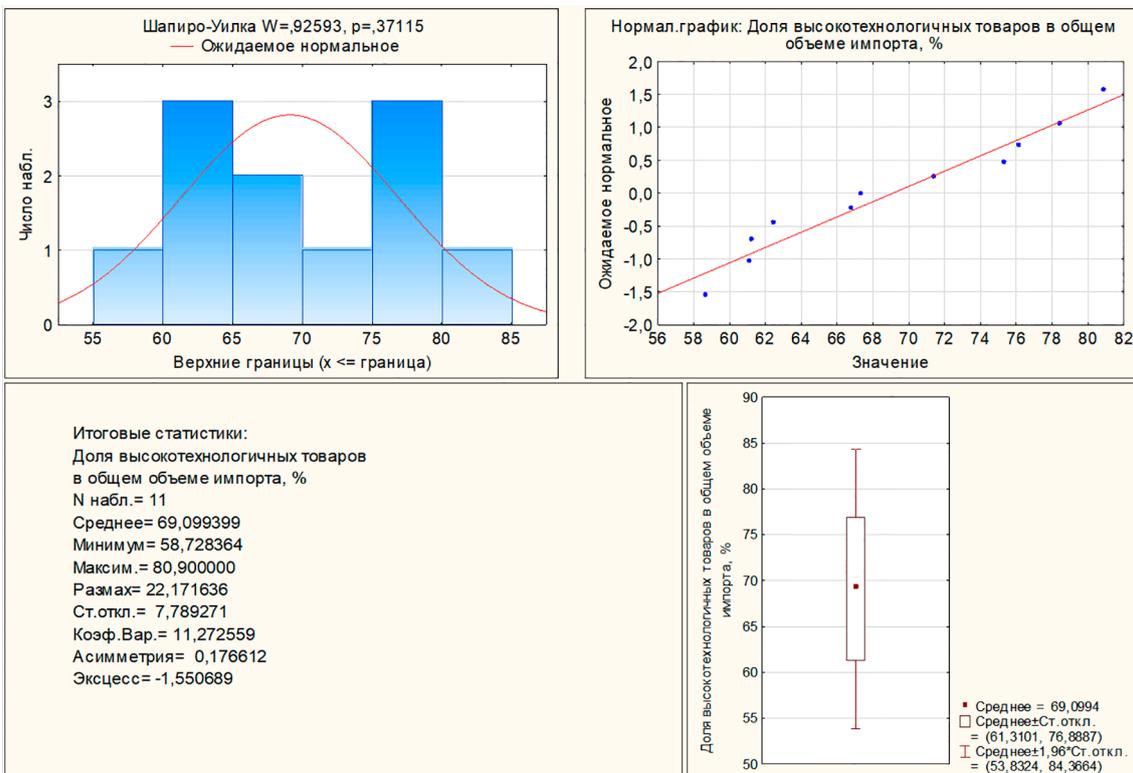


Рис. 2. Окно представления результатов выполнения расчетов по программе статистического анализа показателя «удельный вес высокотехнологичной продукции в общем объеме импорта РФ, %»
 Источник: получено автором

Интерпретация полученных результатов статистического анализа состоит из четырех элементов.

1. При вероятности ошибки $\alpha = 0,1$ и числе наблюдений $n = 11$ критическое значение критерия Шапиро – Уилка W_α составляет 0,814. Следовательно, полученное значение $W = 0,925$ выше критического значения и статистическая значимость рассматриваемого показателя, соответственно, больше 0,05, что свидетельствует о нормальном распределении значений показателя «удельный вес высокотехнологичных товаров в объеме импорта РФ, %».

2. Анализ построенных на основе принятого нормального распределения вероятностных графиков позволил оценить полученное расположение значений показателя «удельный вес высокотехнологичных товаров в объеме импорта Российской Федерации», которое подтверждает заключение об однородном и поступательном развитии рассматриваемой отрасли в 2017–2023 гг.

3. Описательные статистики также подтверждают устойчивое развитие высокотехнологичных отраслей промышленности, в том числе низкое стандартное отклонение равное 7,7, коэффициент вариации равный 11,2% говорят о незначительном рассеивании данных и об однородности наблюдений. Размах выборки наблюдается в пределах $\pm 10\%$ среднего значения.

4. Поскольку коэффициент асимметрии не более 0,5 (в данном случае 0,17), можно сделать вывод о том, что имеет место несущественная асимметрия. Отрицательное значение эксцесса отражает низко-вершинный уровень равномерного распределения (-1,5).

Приведенный анализ подтверждает вывод о том, что рассматриваемые отрасли имели устойчивое поступательное развитие в 2017–2023 гг.

Важнейшим фактором обеспечения эффективности технологических бизнес-процессов является современная инфраструктура основных фондов, оценка состояния которых включает анализ показателей износа, коэффициента обновления, доли машин и оборудования в общем объеме основных фондов (рис. 3).

Коэффициент обновления основных фондов высокотехнологичных отраслей характеризует отношение новых фондов к имеющимся и в 2023 г. составил 12,2, что на 2,3 выше уровня 2022 г., но на 2,7 ниже уровня 2017 г., следовательно, предприятия рассматриваемых отраслей имеют тенденцию к восстановлению после затяжного периода кризисов. При этом степень износа основных фондов высокотехнологичных отраслей РФ составляет 46,8%, что на 0,5% ниже уровня 2022 г., но на 1,5% выше уровня 2017 г. Удельный вес машин и оборудования также имел тенденцию незначительного снижения в последние годы и в 2023 г. составил 56,7%.

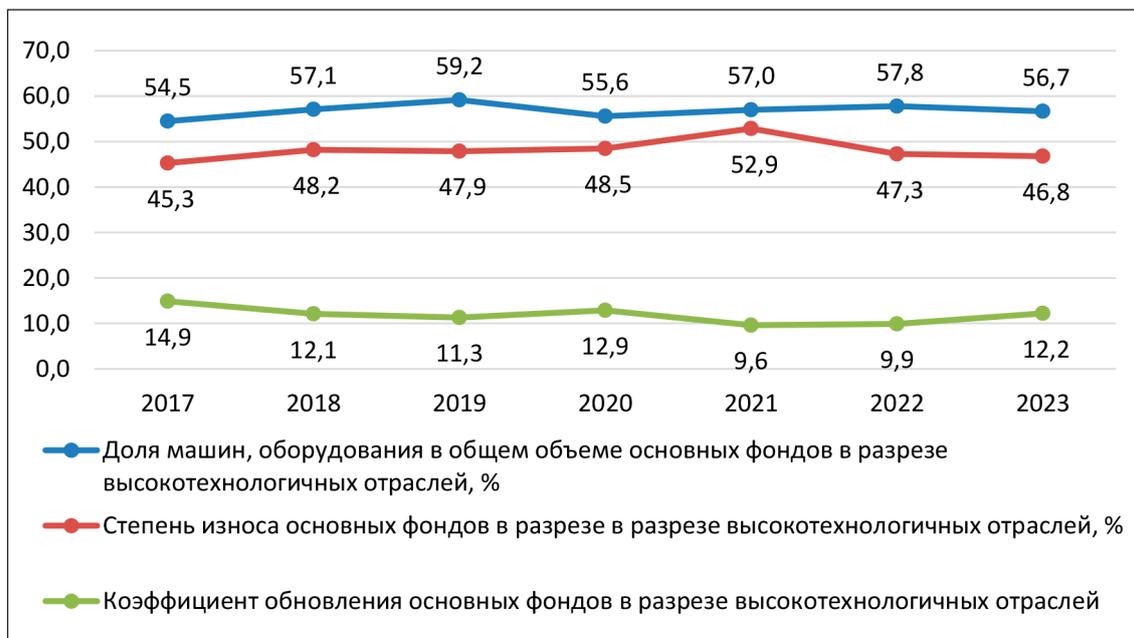


Рис. 3. Графики показателей, характеризующих состояние основных фондов высокотехнологичных отраслей РФ в 2017–2023 гг.

Источник: построено автором по данным [10]

Комплекс рекомендаций по обеспечению увеличения эффективности высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях современных вызовов

Проблемы	Управленческие воздействия
Обеспечение увеличения доли продукции высокотехнологичных отраслей в ВВП РФ, %	Применение стратегии диверсификации и коммерциализации отечественных научно-технологических разработок с целью обеспечения технологического суверенитета и импортозамещения продукции различных секторов экономики. Разработка собственных революционных инновационных и информационных технологий, а также передовых решений в области обеспечения увеличения экологической эффективности и безопасности проектов. Трансплантация научного знания, повышение квалификации персонала, формирование новых компетенций, связанных с появлением новых форм организации бизнес-процессов
Обеспечение увеличения доли высокотехнологичных товаров в объеме импорта РФ, %	Высокотехнологичные производства направлены не только на удовлетворение потребностей отечественной экономики, а еще и на создание конкурентоспособной продукции, способной завоевывать международные рынки. В этом направлении необходим поиск надежных контактов и союзников в области создания глобальных цепей поставок, технологических платформ и научного партнерства, которые будут способствовать укреплению международного взаимодействия и получению синергетического эффекта от всестороннего сотрудничества
Обеспечение увеличения коэффициента обновления основных фондов	Обновленная инфраструктура основных производственных фондов является фундаментом развития высокотехнологичных отраслей промышленности. Вместе с тем модернизация, реконструкция, обновление основных фондов должны осуществляться в соответствии с концепциями Индустрии 4.0 и 5.0, следовательно, на основе использования киберфизических систем, интегрирующих в единую систему человека и технологии, посредством использования интернета вещей, искусственного интеллекта, роботизации и автоматизации всех процессов, а также использования облачных хранилищ и технологий больших данных
Снижение степени износа основных фондов	Основные фонды высокотехнологичных отраслей отечественной промышленности характеризуются громоздкой инфраструктурой и значительным износом, обновление которых требует значительных инвестиционных затрат. Старая модель создания крупных промышленных комплексов, имеющих превосходства за счет эффекта масштаба, в условиях современной действительности потеряла свою актуальность, на их место приходят компактные, гибкие умные предприятия, способные к быстрой адаптации и переориентации в соответствии с запросами динамично меняющегося рынка
Увеличение доли машин и оборудования в общем объеме основных фондов	Для повышения производительности труда высокотехнологичным предприятиям необходимо увеличивать долю машин и оборудования, наращивая мощности полностью автоматизированных и автономных производственных систем. Приоритетными направлениями развития являются аддитивные производства, 3D-принтеры, цифровые двойники, технологии виртуальной реальности, использование нанотехнологий, биотехнологий, создание мини-заводов и др.

Примечание: предложено автором.

Анализ трендов развития высокотехнологичных отраслей РФ показал, что данный сектор имеет стабильное устойчивое развитие в 2017–2023 гг., имея незначительные колебания, связанные с чередой кризисов и экономической турбулентностью. Следовательно, необходимо разработать комплекс рекомендаций по совершенствованию стратегии научно-технологического развития рассматриваемых отраслей (таблица).

Таким образом, развитие высокотехнологичных отраслей промышленности должно основываться на современных мировых трендах развития, таких как:

1) ESG-концепция и устойчивое развитие, приоритетом которых является переход

к циркулярной экономике посредством создания «зеленых» предприятий, использующих альтернативные источники энергии и экологически эффективные и безопасные технологии;

2) процессы глобализации способствуют созданию надежных цепей поставок, международных транспортных коридоров и направлены на выстраивание эффективных связей, сокращение логистического цикла и минимизацию транспортно-складских издержек;

3) Индустрия 4.0 и 5.0 или переход на шестой технологический уклад посредством создания умных производств, основанных на цифровизации всех бизнес-процессов,

внедрении наилучших доступных технологий, минимизирующих отходы, энерго- и ресурсоемкость производства продукции;

4) нанотехнологии и «мини-заводы», которые заменят традиционные форматы организационных структур и производственных процессов высокотехнологичной продукции различных отраслей промышленности;

5) биотехнологии и генная инженерия являются перспективными направлениями НТР и имеют широкий спектр различных направлений развития, таких как пищевая промышленность, сельское хозяйство, фармацевтика и медицина, утилизация отходов и др.

Следовательно, высокотехнологичные отрасли промышленности являются основой отечественной экономики, их эффективное развитие позволит обеспечить технологический суверенитет страны.

Заключение

Прогнозирование современных макроэкономических показателей усложняется нестабильностью и неопределенностью условий развития и, как следствие, непредсказуемостью многих процессов и явлений, которые могут радикально изменить налаженные надежные взаимосвязи и бизнес-процессы. Статья посвящена актуальной проблеме определения трендов и приоритетных направлений развития передовых секторов промышленности, направленных на обеспечение устойчивости и безопасности национальной экономики, технологического суверенитета, конкурентоспособности на глобальных рынках. В работе выявлены концептуальные подходы к формированию стратегии развития региональной инновационной высокотехнологичной промышленности. Интерпретация полученных результатов статистического анализа показала, что высокотехнологические отрасли промышленности имели устойчивое поступательное развитие в последние годы. На основе выявленных закономерностей разработан комплекс рекомендаций по обеспечению увеличения эффективности высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях современных вызовов, основанный на приоритизации основных

постулатов ведущих глобальных концепций. Полученные результаты исследования могут быть использованы для расширения применения статистического инструментария прогнозирования макроэкономических процессов и совершенствования государственной стратегии развития высокотехнологичных отраслей промышленности.

Список литературы

1. Бабкин А.В., Чэнь Л. Оценка эффективности инноваций высокотехнологичной промышленности // *Естественно-гуманитарные исследования*. 2022. № 41 (3). С. 42–50.
2. Misbakhova Ch.A., Lubnina A.A., Arestova E.N., Isaichev V.A., Pavlikov S.G., Kozin M.N., Alenina E.E. Innovative Strategy for Increasing Competitiveness in Organizational Structures of Industrial Enterprises // *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*. 2017. Vol. 12, Is. 7b. P. 1563–1571. DOI: 10.12973/ejac.2017.00286a.
3. Горький А.С. Концептуальные подходы к формированию стратегии развития региональной инновационной высокотехнологичной промышленности // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2023. № 8–1. С. 35–40. DOI: 10.17513/vaael.2931.
4. Постникова Е.С., Поleshuk А.К. Разработка информационной системы инструментального обеспечения производства (ИС ИОП) опытных образцов высокотехнологичной продукции машиностроения // *Инновации в менеджменте*. 2022. № 2 (32). С. 56–63.
5. Ермакова Ж.А., Коробейников И.Н., Савкин Н.В. Оценка влияния научно-производственной кооперации на развитие высокотехнологичной корпорации // *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*. 2024. Т. 15, № 2. С. 67–76. DOI: 10.18287/2542-0461-2024-15-2-67-76.
6. Голубев С.С., Веселовский М.Я., Хорошавина Н.С. Развитие инструментов управления затратами полного жизненного цикла высокотехнологичной промышленной продукции в условиях цифровизации // *Beneficium*. 2022. № 3 (44). С. 20–26. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.3(44).20-26.
7. Кулыгина О.С., Волкова Е.С. Планирование фундаментальных и прикладных исследований в интересах создания высокотехнологичной продукции // *Тенденции развития науки и образования*. 2023. № 99–7. С. 128–131. DOI: 10.18411/trnio-07-2023-398.
8. Попова Н.И., Ерыгина Л.В., Шапорова З.Е. Контроллинг производства высокотехнологичной гражданской продукции: особенности и структура системы // *Социально-экономический и гуманитарный журнал*. 2022. № 4 (26). С. 105–117. DOI: 10.36718/2500-1825-2022-4-105-117.
9. Галимулина Ф.Ф., Лубнина А.А., Мисбахова Ч.А. Моделирование управления рисками промышленной деятельности хозяйствующих субъектов Республики Татарстан // *Вестник Технологического университета*. 2015. Т. 18, № 4. С. 251–255.
10. Росстат. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения: 01.08.2024).