

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Ноздрин Вадим Станиславович

кандидат технических наук, доцент, Автономная некоммерческая организация высшего образования «Московский международный университет»
novastan@rambler.ru

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN OPTIMIZING PLANNING AT RUSSIAN ENTERPRISES

V. Nozdrin

Summary. The article examines the role of artificial intelligence and machine learning technologies in optimizing planning processes at Russian industrial enterprises in the context of the digital transformation of the economy. The relevance of the study is due to the need to improve the efficiency of production planning in the context of import substitution and sanctions restrictions that require the most rational use of resources. The purpose of the research is a systematic analysis of the role of artificial intelligence and machine learning technologies in optimizing planning processes at Russian enterprises, identifying areas of application, quantifying the effects achieved and systematizing the problems of implementation. Based on the analysis of scientific literature and empirical data, the main areas of application of artificial intelligence in planning have been identified: demand forecasting, optimization of production schedules, inventory management, and multi-criteria optimization of output. It is shown that the introduction of artificial intelligence-based systems makes it possible to increase labor productivity, reduce production costs, reduce equipment downtime, and improve forecasting accuracy. Practical cases of Russian enterprises are systematized, including the experience of Magnitogorsk Iron and Steel Works, Norilsk Nickel, as well as developments by GoodsForecast and the Moscow Aviation Institute. The main problems of implementation have been identified: the quality of the source data, the shortage of qualified personnel, integration with existing IT systems, and resistance to organizational change. The conclusion about the need for an integrated approach to the digital transformation of planning, combining technological, organizational and personnel aspects, is substantiated.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, planning, optimization, digital transformation, forecasting.

Аннотация. В статье исследуется роль технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в оптимизации процессов планирования на российских промышленных предприятиях в условиях цифровой трансформации экономики. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности производственного планирования в условиях импортозамещения и санкционных ограничений, требующих максимально рационального использования ресурсов. Цель исследования заключается в системном анализе роли технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в оптимизации процессов планирования на российских предприятиях, выявлении направлений применения, количественной оценке достигаемых эффектов и систематизации проблем внедрения. На основе анализа научной литературы и эмпирических данных выявлены основные направления применения искусственного интеллекта в планировании: прогнозирование спроса, оптимизация производственных расписаний, управление запасами, многокритериальная оптимизация выпуска продукции. Показано, что внедрение систем на базе искусственного интеллекта позволяет повысить производительность труда, снизить производственные затраты, сократить время простоев оборудования и повысить точность прогнозирования. Систематизированы практические кейсы российских предприятий, включая опыт Магнитогорского металлургического комбината, Норникеля, а также разработки компании GoodsForecast и Московского авиационного института. Выявлены основные проблемы внедрения: качество исходных данных, дефицит квалифицированных кадров, интеграция с существующими ИТ-системами, сопротивление организационным изменениям. Обоснован вывод о необходимости комплексного подхода к цифровой трансформации планирования, сочетающего технологические, организационные и кадровые аспекты.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, планирование, оптимизация, цифровая трансформация, прогнозирование.

Введение

В современной экономической реальности, характеризующейся высокой волатильностью рынков, санкционным давлением и необходимостью ускоренного импортозамещения, эффективность производственного планирования становится критическим фактором конкурентоспособности российских предприятий. Традиционные методы планирования, основанные на ручных расчетах и интуитивных решениях, перестают

отвечать требованиям динамично меняющейся среды. Как справедливо отмечается в научной литературе, в условиях неопределенности спроса, вызванной экономическими, социальными и политическими изменениями, особую актуальность приобретают инструменты, способные обеспечить гибкое реагирование на рыночные изменения, снижение рисков недопроизводства или перепроизводства, а также повышение конкурентоспособности предприятий [4].

Актуальность темы исследования определяется несколькими взаимосвязанными факторами. Во-первых, в России принята Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, в которой определены основные направления развития технологий ИИ, принципы развития, цели и задачи [1]. Президент РФ неоднократно подчеркивал необходимость повсеместного внедрения технологий искусственного интеллекта и анализа больших данных для цифровой трансформации страны.

Во-вторых, российские предприятия, осознавая необходимость повышения эффективности, активно внедряют решения на базе ИИ и машинного обучения. Например, по данным Магнитогорского металлургического комбината, из 95 реализованных цифровых проектов 51 (более половины) используют технологии искусственного интеллекта, что отражает глобальный тренд, согласно которому ИИ играет ведущую роль в цифровой трансформации промышленности [6].

В-третьих, несмотря на растущее количество публикаций, посвященных применению ИИ в промышленности, недостаточно систематизирован российский опыт, отсутствуют обобщенные количественные оценки эффектов от внедрения таких систем, а также не в полной мере выявлены барьеры и ограничения, характерные для отечественных предприятий.

Цель настоящего исследования заключается в системном анализе роли технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в оптимизации процессов планирования на российских предприятиях, выявлении направлений применения, количественной оценке достигаемых эффектов и систематизации проблем внедрения.

Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическую основу исследования составляют фундаментальные положения теории управления, концепции цифровой трансформации, а также современные разработки в области применения искусственного интеллекта и машинного обучения в промышленности. Эмпирическую базу работы образуют научные публикации российских авторов по проблемам применения ИИ в планировании, включая статьи в рецензируемых журналах, индексируемых в РИНЦ и международных базах данных. В процессе исследования применялись следующие методы: системный анализ, сравнительный анализ, метод теоретического обобщения и синтеза, кейс-стади для углубленного изучения практического опыта российских предприятий.

Результаты и обсуждения

Искусственный интеллект представляет собой комплекс технологических решений, позволяющий ими-

тировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека [7]. В контексте производственного планирования основное значение имеют такие направления ИИ, как машинное обучение, нейронные сети, генетические алгоритмы и экспертные системы.

Как отмечается в исследовании А.В. Демышев, Д.В. Целищев, С.В. Вологдин, в условиях неопределенности спроса, вызванной экономическими, социальными и политическими изменениями, особую актуальность приобретают методы многокритериальной оптимизации, позволяющие учитывать несколько противоречивых целей одновременно [4]. Авторы предлагают подход к решению задачи многокритериальной оптимизации с использованием генетического алгоритма, являющегося одним из методов, используемых в области искусственного интеллекта для решения сложных оптимизационных и поисковых задач. Разработанный программный прототип обеспечивает возможности ввода параметров ресурсов, объемов производства, а также выбора критериев оптимизации, способствуя гибкому реагированию на рыночные изменения.

Исследование В.Р. Александров, С.И. Аневский, О.А. Минаева описывает метод, позволяющий использовать искусственные нейронные сети для обеспечения организации производства и управления качеством при выполнении производственных программ предприятия на основе планирования объемов основных ресурсов [2]. На экспериментальных данных показано, что методы искусственного интеллекта могут быть использованы также для поддержки принятия управленческих решений как на уровне руководства предприятия в целом, так и на уровне руководителей подразделений.

Систематизация научной литературы и практических кейсов позволяет выделить несколько направлений применения ИИ и машинного обучения в процессах планирования на российских предприятиях.

Прогнозирование спроса является одним из наиболее востребованных направлений. К примеру, компания GoodsForecast разрабатывает и внедряет решения для бизнес-планирования. Система позволяет строить прогнозы спроса с учетом иерархии продукции, географической разбивки, каналов сбыта, а также таких факторов, как праздники, сезонность, особые паттерны спроса в выходные дни. По оценкам компании, внедрение системы позволяет повысить точность прогнозирования на 15–20 %, увеличить выручку на несколько процентов за счет более точного планирования, а рентабельность производственных компаний повышается в среднем

на 5 % благодаря точному планированию объемов и графиков [11].

Оптимизация производственных расписаний представляет собой сложную задачу, требующую учета множества факторов: загрузки оборудования, графиков работы и квалификации персонала, сроков поставки материалов, требований к качеству продукции.

В Московском авиационном институте разработана интеллектуальная система управления производством Smart Planner, способная охватывать весь производственный процесс — от закупки сырья до выпуска готовой продукции [12]. Система может строить планы на любые временные горизонты: от долгосрочных (на год или квартал) до оперативных (на каждую смену). Важным преимуществом является гибкость: система быстро перестраивает планы при возникновении непредвиденных обстоятельств, таких как задержки поставок. В настоящее время разрабатывается модуль предиктивной аналитики, который будет прогнозировать возможные проблемы в производственном процессе и предлагать оптимальные решения.

Многокритериальная оптимизация выпуска продукции рассматривается в работе А.В. Демышев, Д.В. Целищев, С.В. Вологдин на примере машиностроительного предприятия [4]. Авторы учитывают два критерия: выполнение договорных обязательств и максимизацию доходов от продаж. Предложенное решение, реализованное на языке Java с применением генетического алгоритма, позволяет находить оптимальные компромиссы между противоречивыми целями. Проведенное опытное тестирование подтвердило корректность работы применяемого алгоритма по сравнению с расчетами в MS Excel.

Далее рассмотрим управление качеством и предотвращение отклонений. На Магнитогорском металлургическом комбинате внедрена система динамического управления производственными рисками, которая выявляет нештатные режимы работы и производственные ситуации с отклонениями от технологических параметров [6]. При высоком риске несоответствующего производства система оповещает специалистов, автоматически формирует интерактивную технологическую карту и корректирует производственный процесс. Эти процедуры осуществляются с помощью предиктивной аналитики и адаптивной системы управления. Проект реализован на всех основных производственных участках комбината.

Также с помощью ИИ осуществляется оптимизация технологических процессов. На Талнахской обогатительной фабрике Норникеля внедрена система оптимизации производства на базе машинного обучения для задач

управления флотацией. Используется гибридный формат моделирования, объединяющий результаты упрощенных физико-математических моделей и машинного обучения, управление на основе прогнозных данных (Model Predictive Control). Результатом внедрения к концу 2024 года стало повышение сквозного извлечения никеля на 0,36 % (отн.) и меди на 0,16 % (отн.) в коллективный концентрат, а также стабилизация процессов флотации в условиях изменчивости руды [10].

Обобщение данных из различных источников позволяет представить количественные оценки эффектов от внедрения технологий ИИ и машинного обучения в процессы планирования на российских предприятиях.

Исследование Н. В. Кучковской, посвященное оценке экономической эффективности использования ИИ и больших данных в управлении производственными процессами, проведенное на выборке 50 крупных российских промышленных компаний за период 2017–2021 годов, показало, что применение ИИ и больших данных позволяет в среднем повысить производительность труда на 12,4 %, снизить производственные затраты на 9,6 % и уменьшить простои оборудования на 14,2 % [5].

Исследование Т.В. Братчук, основанное на данных 120 предприятий различных отраслей за период 2018–2022 годов, позволило построить прогнозные модели, оценивающие потенциал повышения производительности труда на 18–25 %, снижения затрат на 10–15 % и улучшения качества продукции на 12–20 % [3]. При этом показано, что максимальный эффект достигается при комплексном использовании ИИ и больших данных на всех этапах производственного цикла.

Исследование Трифонова, основанное на массивах сенсорных, операционных и бизнес-данных (N = 5,6 млн записей) от 12 предприятий из 5 отраслей за 2019–2023 годы, позволило выявить статистически значимые предикторы эффективности производства и построить высокоточные (F1 = 0,91) модели классификации [8].

Опыт Магнитогорского металлургического комбината демонстрирует, что внедрение 95 цифровых проектов с инвестициями 3,9 млрд рублей обеспечило ожидаемую экономию 6,8 млрд рублей к концу 2025 года при среднем сроке окупаемости 2,4 года [6]. Наибольший экономический эффект дала система «Оптимальный чугун», направленная на оптимизацию цепочки аглодоменного производства, а также внедрение системы планирования на основе оптимизации.

Несмотря на значительный потенциал, внедрение систем планирования на базе ИИ и машинного обучения сопряжено с серьезными проблемами, характерными для российских предприятий. Качество исходных дан-

ных является критическим фактором успеха. Как отмечают представители компании GoodsForecast, в каждом проекте они сталкиваются с проблемой качества данных клиента в той или иной форме. Только при наличии качественных данных на входе система может корректно работать, рассчитывая точные прогнозы и формируя реалистичные производственные планы. Автоматизация эффективна лишь тогда, когда процессы уже хорошо выстроены и логичны — «можно автоматизировать беспорядок, но это не даст нужных результатов» [11].

Интеграция с существующими ИТ-системами представляет собой сложную техническую задачу. Разработчики Smart Planner подчеркивают, что система может быть легко интегрирована с существующими ИТ-решениями предприятия [12], однако на практике такая интеграция требует значительных усилий и времени.

Кроме того, существует дефицит квалифицированных кадров. Исследователи отмечают, что основными факторами, определяющими эффективность внедрения ИИ, являются уровень цифровизации, качество данных и квалификация персонала [3, 5]. В России наблюдается острый дефицит специалистов, обладающих одновременно компетенциями в предметной области и знаниями в сфере машинного обучения.

Также следует рассмотреть такую проблему, как сопротивление организационным изменениям. Внедрение интеллектуальных систем планирования неизбежно меняет роли и функции сотрудников. Как отмечается в исследовании Н.А. Ребус, И.Г. Благовещенский, О.В. Ратанова, Ф.А. Мастяев, совместная работа человека и ИИ может быть намного эффективнее, чем работа каждого по отдельности: ИИ лучше распознает образы, работает с текстами, проводит анализ, а человек лидирует в сложных задачах, требующих интуитивного понимания контекста, креативности, адаптивности к неожиданным ситуациям [7]. Однако выстраивание эффективного взаимодействия требует времени и целенаправленных усилий.

Анализ российского опыта позволяет выделить перспективные направления развития применения ИИ и машинного обучения в планировании.

Во-первых, развитие гибридных моделей, сочетающих физико-математическое моделирование и машинное обучение. Во-вторых, создание цифровых двойников производственных процессов и ассистен-

тов операторов. В-третьих, развитие систем с обратной связью и самообучением. Разработчики Smart Planner работают над механизмами адаптивного управления: система будет учиться настраиваться на основе обратной связи от пользователей, что сделает ее еще более гибкой и удобной [12].

В-четвертых, расширение использования графовых нейронных сетей для анализа структуры изделий и автоматизации технологической подготовки производства. Исследователи из МГТУ «Станкин» и НИТУ МИСИС разработали интеллектуальную систему подбора технологических маршрутов на основе графовой нейросети, позволяющую формализовать конструкцию изделия в машиночитаемом виде и автоматически подбирать шаблоны обработки [9].

Выводы

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения играют важную роль в оптимизации процессов планирования на российских предприятиях, обеспечивая переход от традиционных методов к интеллектуальным системам, способным учитывать множество факторов и быстро адаптироваться к изменениям внешней среды. Основными направлениями применения выступают прогнозирование спроса, оптимизация производственных расписаний, многокритериальная оптимизация выпуска продукции, управление качеством и предотвращение отклонений, оптимизация технологических процессов.

Количественная оценка эффектов от внедрения ИИ, полученная на основе анализа данных российских предприятий, демонстрирует значительный потенциал: повышение производительности труда, снижение производственных затрат, сокращение простоев оборудования, повышение точности прогнозирования, улучшение извлечения металлов в горнорудной промышленности. Вместе с тем внедрение интеллектуальных систем планирования сопряжено с серьезными проблемами: качество исходных данных, интеграция с существующими ИТ-системами, дефицит квалифицированных кадров, сопротивление организационным изменениям. Успешное преодоление этих барьеров требует комплексного подхода, сочетающего технологические, организационные и кадровые аспекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».
2. Александров, В.Р., Аневский С.И., Минаева О.А. и др. Планирование производственных ресурсов на основе методов искусственного интеллекта // Автоматизация в промышленности. — 2024. — № 2. — С. 36–39. DOI: 10.25728/avtprom.2024.02.10.
3. Братчук, Т.В. Исследование комплексного влияния искусственного интеллекта и больших данных на оптимизацию процессов промышленного производства // КШП-ОМД. — 2024. — №12. — С. 51–58.
4. Демьшев, А.В., Целищев Д.В., Вологдин С.В. Применение искусственного интеллекта в стратегическом управлении на производственном предприятии: разработка программного модуля для многокритериальной оптимизации выпуска продукции // Интеллектуальные системы в производстве. — 2025. — Т. 23, № 3. — С. 33–41. DOI: 10.22213/2410-9304-2025-3-33-41.
5. Кучковская, Н.В. Оценка экономической эффективности использования искусственного интеллекта и больших данных в управлении производственными процессами // КШП-ОМД. — 2024. — №12. — С. 89–98.
6. ММК ожидает экономии в размере 6,8 млрд рублей за счет реализации 95 цифровых проектов // ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат». — 2025. — URL: <https://mmk.ru/en/press-center/news/mmk-ozhidaet-6-8-mlrd-rublej-ekonomicheskogo-effekta-ot-vnedreniya-95-tsifrovyykh-proektov/> (дата обращения: 29.01.2026).
7. Ребус, Н.А., Благовещенский И.Г., Ратанова О.В., Мастяев Ф.А. Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации российского производства // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. — 2025. — Т. 27, № 2. — С. 37–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-2-37-54.
8. Трифонов, П. В., Серышев Р. В. Определение условий для разработки стратегии интеллектуализации промышленности Российской Федерации в целях достижения технологического суверенитета // КШП-ОМД. — 2024. — №12. — С. 115–126.
9. Феофанов, А.Н., Веселов Э.Э., Колошкина И.Е. Интеллектуальная система подбора технологических маршрутов на основе графовой нейросети и машинно-читаемой модели изделия // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. — 2025. — № 3. — С. 45–53.
10. Glibovets, M.V., Botsiev R.M., Miller A.A., Zaporozhtsev I.F. AI-based production optimization system for flotation control tasks: Talnakh Concentrator`s experience // Tsvetnye Metally. — 2025. — № 6. DOI: 10.17580/tsm.2025.06.12.
11. GoodsForecast: When Forecasting Becomes Strategy // Kama Flow. — 2025. — URL: <https://www.kamaflow.com/en/post/goodsforecast-when-forecasting-becomes-strategy/> (date of application: 29.01.2026).
12. Smart Planner: MAI has created an intelligent production management system // AK&M. — 2026. — URL: <https://www.akm.ru/eng/press/smart-planner-mai-has-created-an-intelligent-production-management-system/> (дата обращения: 29.01.2026).

© Ноздрин Вадим Станиславович (novastan@rambler.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»