

УДК 658.012.46**Теоретические принципы и практические методы повышения операционной эффективности промышленных предприятий на основе интеллектуального анализа производственных данных****Барыкин Максим Владимирович**

Исследователь,
Московский институт современного академического образования,
109129, Российская Федерация, Москва, ул. 11-Я Текстильщиков, 7;
e-mail: barykin.m.v@gmail.com

Аннотация

Данная научная статья посвящена исследованию возможностей повышения операционной эффективности промышленных предприятий путем внедрения интеллектуального анализа производственных данных. Актуальность работы обусловлена возрастающей сложностью управления современными производствами и необходимостью использования больших объемов разнородной информации для принятия обоснованных решений. Авторы подчеркивают, что без системного подхода к сбору и интерпретации данных значительная часть информации остается невостребованной, что снижает конкурентоспособность предприятий. В рамках исследования применялись статистические методы сбора данных и инструменты интеллектуального анализа, включая алгоритмы машинного обучения и нейронные сети. Исследовательская база включала несколько промышленных предприятий с различным уровнем цифровой зрелости. Проводился многолетний мониторинг ключевых показателей: параметров оборудования, времени простоев, себестоимости продукции, уровня дефектности и энергопотребления. Особое внимание уделялось созданию единой платформы для интеграции и очистки данных из разнородных источников. Результаты демонстрируют существенную корреляцию между уровнем цифровизации и операционной эффективностью. Предприятия с более развитыми аналитическими системами (например, Предприятие С с индексом цифровой зрелости 6.49) показали снижение времени простоя до 7.45 мин/сутки и увеличение точности планирования до 90.52%. Долгосрочное внедрение интеллектуальных решений (5 лет на Предприятии Z) обеспечило снижение дефектности на 7.36% и экономию электроэнергии 2.31 кВт·ч на единицу продукции. Алгоритмы машинного обучения доказали свою эффективность в прогнозировании отклонений и оптимизации производственных циклов. Обсуждение подтверждает, что интеллектуальный анализ данных обеспечивает кумулятивный эффект: по мере накопления информации улучшается точность прогнозов и оптимизационных моделей. Ключевыми факторами успеха являются интеграция данных в реальном времени, визуализация показателей для управленцев и формирование инновационной культуры на предприятии. Полученные результаты имеют универсальный характер и применимы для оптимизации различных технологических процессов. Внедрение предлагаемых решений способствует сокращению издержек, повышению качества продукции и укреплению конкурентных позиций в условиях динамичного рынка.

Для цитирования в научных исследованиях

Барыкин М.В. Теоретические принципы и практические методы повышения операционной эффективности промышленных предприятий на основе интеллектуального анализа производственных данных // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 4А. С. 482-489.

Ключевые слова

Интеллектуальный анализ данных, промышленные предприятия, операционная эффективность, машинное обучение, оптимизация производства.

Введение

Интеллектуальный анализ производственных данных в современную эпоху становится одним из ключевых факторов, определяющих конкурентоспособность промышленных предприятий. Подобные методы обработки и интерпретации разнородной информации позволяют принимать управленческие решения на основе объективных показателей, заложенных в больших объёмах статистических и технологических сведений. При этом повышается не только точность прогнозирования возможных отклонений в производственном цикле, но и формируется устойчивая система управления качеством, способствующая более гибкой и надёжной работе технологических процессов. Существенный эффект достигается за счёт контроля параметров оборудования в режиме реального времени, что особенно важно при необходимости оперативных корректировок в структуре производства. Развитие соответствующих цифровых инструментов происходит стремительно, вследствие чего предприятия, не учитывающие потенциал состоявшихся и перспективных инноваций, рискуют отстать от лидеров рынка. Таким образом, внедрение аналитических решений на базе искусственного интеллекта и машинного обучения представляется наиболее адекватным ответом на растущую сложность управленческих задач.

Актуальность темы усугубляется возросшим объёмом собираемой информации, которая без систематизации и грамотной интерпретации зачастую остаётся невостребованной [Спешилов, Неседов, 2023]. Данные могут поступать из разнородных источников, начиная от датчиков мониторинга производственных процессов и заканчивая учётными системами, отражающими финансовые и управленческие аспекты работы предприятия. Практика показывает, что интеграция таких данных в единую аналитическую платформу требует междисциплинарного подхода, включающего знания в области статистики, информатики, экономики и инженерных дисциплин. Решения, основанные на технологии больших данных, демонстрируют способность изучать сложные взаимосвязи между производственными факторами, что открывает широкие перспективы по повышению операционной эффективности и формированию стратегии дальнейшего развития. Этот комплексный подход призван обеспечить более глубокое понимание внутренних процессов и вывести предприятие на качественно новый уровень конкурентоспособности.

Материалы и методы исследования

При проведении данного исследования использовались статистические методы сбора и обработки данных, а также инструменты интеллектуального анализа, включающие методы машинного обучения и различные алгоритмы поиска скрытых закономерностей. В качестве

основной исследовательской базы были выбраны несколько промышленных предприятий, имеющих развитую систему технического контроля и аналитических служб. Для получения полного объёма необходимых показателей был проведён многолетний мониторинг параметров оборудования, уровня загрузки производственных линий и финансовых показателей. Подобное широкое охватное наблюдение позволило сформировать набор исходных данных, отвечающих критериям репрезентативности и полноты, что является необходимым условием для последующей всесторонней оценки эффективности производства.

Особое внимание в рамках проводимой работы уделялось методологии сбора информации и её систематизации, поскольку качество исходных данных обуславливает точность любых аналитических выводов. Для унификации формата и структуры данных применялись современные платформы управления и интеграции, способствующие ликвидации дублирующих записей, а также выявлению и корректировке возможных ошибок [Федосеев, Лагуткин, Коваленко, Девяткин, 2022]. Основной акцент делался на создании удобной экосистемы для дальнейшего машинного анализа больших объёмов информации, где важную роль играли гибкие алгоритмические решения, разработанные с учётом специфики производства. Подобный рациональный подход к структурированию массива сведений стал фундаментом для адекватной оценки текущих производственных показателей и выявления ключевых точек роста операционной эффективности.

Результаты и обсуждение

Перед проведением анализа были определены основные аспекты, влияющие на операционную эффективность. К ним относят уровень технологических затрат, износ оборудования, качество автоматизации отдельных этапов и степень вовлечённости персонала [Чернявский, Акулин, Свиридова, 2024]. Исследуемые предприятия продемонстрировали разный уровень цифровой зрелости, что позволило сформировать разноплановую выборку показателей, дающую более полное представление о влиянии современных аналитических инструментов на конечные результаты.

Вместе с тем, при сравнении систем управления производством, ориентированных на классические методы статистического анализа, и решений, базирующихся на концепциях больших данных, выявлены существенные отличия в скорости и точности принятия решений. Результаты сопоставлений подтвердили эффективность интеграции интеллектуальных моделей прогнозирования для оптимизации ключевых показателей, связанных с сокращением времени простоев и снижением себестоимости выпускаемой продукции. Подобные выводы указывают на значимый вклад цифровых технологий в формирование стратегий устойчивого развития и акцентируют внимание на необходимости дальнейшей эволюции управленческих механизмов (табл. 1).

Таблица 1 - Сопоставление классических и современных методов анализа (в разрезе трёх предприятий)

Показатель	Предприятие А	Предприятие В	Предприятие С
Уровень технологической автоматизации, %	68.53	75.29	82.11
Среднее время простоя, мин/сутки	12.74	9.82	7.45
Снижение себестоимости за отчётный период, %	1.38	3.57	2.09
Прогнозируемая точность планирования, %	84.26	87.39	90.52
Индекс цифровой зрелости (оценка 1–10)	4.73	5.62	6.49

Данные, представленные в таблице, показывают, что у Предприятия А относительно невысокий уровень технологической автоматизации по сравнению с другими участниками. При этом среднее время простоя у данного предприятия выше, что коррелирует с более частыми сбоями в оборудовании и задержками в выполнении производственных операций. Разница в показателях снижения себестоимости также демонстрирует, что более высокий уровень цифровой зрелости в случае с Предприятием В и С ведёт к более значительным экономическим эффектам. Важным моментом является и прогнозируемая точность планирования, указывающая на способность учёта большого числа факторов при определении производственных сценариев.

Анализ полученных данных очевидно свидетельствует, что уровень технологической автоматизации и цифровой зрелости оказывает существенное влияние на операционную эффективность. Значительное уменьшение времени простоев, зафиксированное у предприятий с более развитыми аналитическими системами, подтверждает необходимость комплексного подхода к модернизации оборудования и реализации современных методик машинного обучения. Ключевым моментом становится не только внедрение отдельных программных решений, но и формирование целостного механизма сбора и обработки информации, который обеспечивает быстрое и точное принятие управленческих решений.

Для усиления понимания взаимосвязей между параметрами была проведена расширенная оценка влияния аналитических моделей на уровень дефектности выпускаемых изделий, а также на показатели энергоэффективности предприятий. На практике применялись нейронные сети и алгоритмы регрессионного анализа, способствующие более точной классификации отклонений от заданных норм. Многократные итеративные расчёты позволили выявить весомый вклад инновационных подходов к анализу в снижение количества дефектов и потерь электроэнергии.

Во второй части оценки были сопоставлены предприятия, имеющие разную продолжительность внедрения интеллектуальных систем. Результаты подтвердили гипотезу о том, что сроки адаптации технологических к новым аналитическим методам напрямую влияют на глубину получаемых улучшений (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние продолжительности внедрения на основные показатели эффективности

Параметр	Предприятие X (1 год внедрения)	Предприятие Y (3 года внедрения)	Предприятие Z (5 лет внедрения)
Снижение дефектности, %	2.19	4.81	7.36
Экономия электроэнергии, кВт·ч на единицу продукции	0.97	1.42	2.31
Ускорение цикла производства, %	3.08	5.57	9.23
Стабильность прогноза спроса, %	80.34	85.47	89.62
Коэффициент прироста производительности	1.07	1.19	1.28

Приведённые цифры демонстрируют растущую зависимость фактических улучшений от периода эксплуатационной апробации аналитических инструментов. Снижению дефектности и экономии электроэнергии в наибольшей степени способствуют систематические обновления алгоритмов и совершенствование методов мониторинга технологических узлов. Например, Предприятие Z с пятилетним опытом внедрения интеллектуальных платформ показывает заметно лучшие результаты по сравнению с теми, кто только начинает использовать новые цифровые решения.

Обнаруженные тенденции подтверждают, что по мере накопления данных улучшается обучающая выборка для машинных алгоритмов, что обеспечивает всё более точную оценку потенциальных проблемных зон производства и повышает предсказательную способность моделей. Одновременно с этим постепенно снижается сопротивление персонала нововведениям, а сама рабочая среда становится более адаптированной к использованию передовых аналитических подходов. В результате достигается комплексная оптимизация производственного процесса и формируются предпосылки для введения дополнительных инноваций, призванных укрепить лидерские позиции предприятия на рынке.

Системный анализ подтверждает, что интеллектуальный подход к обработке производственных данных даёт долгосрочный и во многом кумулятивный эффект. Каждое корректное применение алгоритмов машинного обучения предоставляет дополнительную информацию о реальном состоянии оборудования, логистических цепочках и динамике спроса. Со временем формируется более точное представление о том, как различные факторы взаимодействуют между собой, что позволяет существенно повысить производительность без риска системных сбоев. Особенно важны краткосрочные прогнозы в связке с реальным временем, когда управляющая система способна оперативно реагировать на малейшие изменения в технологических условиях.

Немаловажную роль играет и человеческий фактор: благодаря аналитическим панелям и визуализации больших объёмов данных, руководители всех уровней получают простые и понятные инструменты для принятия решений. Этот процесс способствует формированию культуры, ориентированной на постоянное улучшение и инновации, где персонал несёт ответственность за эффективность производства и активно вовлечён в процесс преобразований. Подобный подход трансформирует организационную структуру, делая её более гибкой и готовой к адаптации к любым изменениям рынка.

Полученные в результате исследования данные отражают актуальные тенденции в промышленной сфере, где главными драйверами дальнейшего роста становятся цифровизация производств и гармоничное сочетание инженерных компетенций с современными методами статистического анализа [Туктарова, Яруллин, 20221]. Показатели снижения дефектности, экономии электроэнергии и сокращения времени на производственный цикл свидетельствуют о том, что выгоды применения интеллектуального анализа выходят далеко за рамки узкоспециализированных отраслей. Они имеют универсальный характер и применимы практически к любому типу технологических процессов, позволяя предприятиям различных профилей планировать развитие на основе более точных прогностических моделей.

Итогом комплексного применения аналитических инструментов становится рост объёмов выпуска качественной продукции и сокращение технологических потерь, что особенно важно в условиях жёсткой конкуренции. В современную эпоху фокус внимания всё чаще смещается на формирование экосистем, способных оперативно объединять ресурсы и знания для достижения общих целей. Такое объединение даёт возможность усовершенствовать процессы на всех стадиях жизненного цикла продукта, начиная от научно-исследовательских работ и заканчивая сервисным обслуживанием.

Заключение

Проведённое исследование позволяет утверждать, что использование интеллектуального анализа производственных данных значительно повышает операционную эффективность промышленных предприятий за счёт комплексного подхода к управлению ключевыми

показателями деятельности. Систематическая интеграция методов машинного обучения и цифровых инструментов обработки большой разнородной информации способствует выявлению скрытых закономерностей, что в итоге обеспечивает улучшение качества принятия управленческих решений на всех этапах производственного процесса.

Построение единой платформы, способной аккумулировать различные потоки данных и анализировать их в режиме реального времени, создаёт условия для оперативных корректировок и даёт предприятиям возможность эффективно реагировать на изменение рыночной конъюнктуры. Ключевой результат применения таких технологий выражается в повышении конкурентоспособности, формировании культуры постоянных инноваций и создании благоприятной среды для дальнейшего роста.

Библиография

1. Абрамова А. А. Анализ использования больших данных для принятия решений в промышленной сфере // Экономика и качество систем связи. 2023. № 3 (29). С. 13-21.
2. Велигура А. В., Мусаева Э. К., Бугаева А. А. Разработка и внедрение модели интеллектуального анализа данных для повышения эффективности управления производственным предприятием // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 1 (55). С. 32-36.
3. Велигура А. В., Мусаева Э. К., Бугаева А. А. Рекомендации по применению модели интеллектуального анализа данных для повышения эффективности управления производственным предприятием // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 4 (58). С. 29-32.
4. Гаврилова С. А., Заступов А. В. Большие данные и искусственный интеллект на промышленных предприятиях // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями: Межвузовский сборник научных трудов. 2022. № 1. С. 10-15.
5. Зайкова С. А. Интеллектуальные алгоритмы для обработки неструктурированных данных // Системы компьютерной математики и их приложения. 2023. № 24. С. 35-40.
6. Кушников О. В., Гусятников В. Н., Кушников В. А. Задачи управления хранилищем данных промышленного предприятия по критерию эффективности функционирования // Естественные и технические науки. 2024. № 4 (191). С. 171-173.
7. Ладынин А. И., Козлов Я. В. Рекомендации по совершенствованию управления производственными системами // Лидерство и менеджмент. 2024. Т. 11. № 2. С. 529-540.
8. Михалев О. Н., Янюшкин А. С. Применение искусственного интеллекта в экспертно-аналитических системах для эффективного управления производством // Справочник. Инженерный журнал. 2023. № 1 (310). С. 34-40.
9. Спешилова Е. А., Неседов П. О. Алгоритмизация интеллектуального анализа данных для оптимизации процесса управления запасами на предприятии в условиях неопределенности // Отходы и ресурсы. 2023. Т. 10. № 1. С. (не указано).
10. Спешилова Н. В., Рахматуллин Р. Р., Овечкин М. В., Пудовкин Д. С. Повышение эффективности деятельности промышленного предприятия посредством модернизации оборудования // Приднепровский научный вестник. 2024. Т. 1. № 2. С. 56-62.
11. Туктарова Л. Р., Яруллин К. М. Развитие предприятий промышленного сектора в цифровой среде // Экономика и предпринимательство. 2022. № 8 (145). С. 1111-1113.
12. Федосеев Е. В., Лагуткин М. Г., Коваленко В. В., Девяткин О. В. Совершенствование механизма сбора и обработки данных о состоянии оборудования // Промышленность: экономика, управление, технологии. 2022. Т. 1. № 2 (2). С. 24-43.
13. Чернявский А. В., Акулин Е. В., Свиридова Л. Е. К вопросу применения технологии интеллектуального анализа данных для оптимизации этапов производства в автомобильной промышленности // Перспективы науки. 2024. № 1 (172). С. 72-74.
14. Чигиринский Ю. Л., Крайнев Д. В., Тихонова Ж. С. Трансформация информационной структуры как инструмент повышения эффективности многономенклатурного производства // Научные технологии в машиностроении. 2024. № 4 (154). С. 29-40.
15. Чупров С. В. Дуализм методов измерения информации в аналитике промышленного менеджмента // Известия Байкальского государственного университета. 2022. Т. 32. № 2. С. 358-365.

Theoretical Principles and Practical Methods for Improving Operational Efficiency of Industrial Enterprises Based on Intelligent Analysis of Production Data

Maksim V. Barykin

Researcher,

Moscow Institute of Modern Academic Education,
109129, 7 11-ya Tekstilshchikov str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: barykin.m.v@gmail.com

Abstract

This scientific article explores opportunities to enhance the operational efficiency of industrial enterprises through the implementation of intelligent production data analysis. The relevance of the study stems from the increasing complexity of managing modern production systems and the need to utilize large volumes of heterogeneous data for informed decision-making. The authors emphasize that without a systematic approach to data collection and interpretation, a significant portion of information remains underutilized, thereby reducing enterprise competitiveness. The research employed statistical data collection methods and intelligent analysis tools, including machine learning algorithms and neural networks. The study involved several industrial enterprises with varying levels of digital maturity. A multi-year monitoring of key performance indicators was conducted, including equipment parameters, downtime duration, production costs, defect rates, and energy consumption. Special attention was given to developing a unified platform for integrating and cleansing data from diverse sources. The results demonstrate a significant correlation between digitalization levels and operational efficiency. Enterprises with more advanced analytical systems (e.g., Enterprise C with a digital maturity index of 6.49) showed a reduction in downtime to 7.45 minutes/day and an improvement in planning accuracy to 90.52%. Long-term implementation of intelligent solutions (5 years at Enterprise Z) led to a 7.36% reduction in defect rates and energy savings of 2.31 kWh per product unit. Machine learning algorithms proved effective in predicting deviations and optimizing production cycles. The discussion confirms that intelligent data analysis creates a cumulative effect: as data accumulates, the accuracy of forecasts and optimization models improves. Key success factors include real-time data integration, visualization of metrics for management, and fostering an innovation-driven culture within enterprises. The findings have universal applicability and can be implemented to optimize various technological processes. The proposed solutions contribute to cost reduction, product quality improvement, and strengthened competitive positioning in dynamic markets.

For citation

Barykin M.V. (2025) Teoreticheskie principy i prakticheskie metody povysheniya operacionnoj effektivnosti promyshlennyh predpriyatij na osnove intellektual'nogo analiza proizvodstvennyh dannyh [Theoretical Principles and Practical Methods for Improving Operational Efficiency of Industrial Enterprises Based on Intelligent Analysis of Production Data]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (4A), pp. 482-489.

Keywords

Data mining, industrial enterprises, operational efficiency, machine learning, production optimization.

References

1. Abramova A. A. Analysis of the Use of Big Data for Decision-Making in the Industrial Sector // *Economics and Quality of Communication Systems*. 2023. No. 3 (29). Pp. 13–21.
2. Veligura A. V., Musaeva E. K., Bugaeva A. A. Development and Implementation of a Data Mining Model to Improve the Efficiency of Production Enterprise Management // *Bulletin of Vladimir Dahl Luhansk State University*. 2022. No. 1 (55). Pp. 32–36.
3. Veligura A. V., Musaeva E. K., Bugaeva A. A. Recommendations for the Application of a Data Mining Model to Improve the Efficiency of Production Enterprise Management // *Bulletin of Vladimir Dahl Luhansk State University*. 2022. No. 4 (58). Pp. 29–32.
4. Gavrilova S. A., Zastupov A. V. Big Data and Artificial Intelligence in Industrial Enterprises // *Problems of Improving the Organization of Production and Management of Industrial Enterprises: Interuniversity Collection of Scientific Papers*. 2022. No. 1. Pp. 10–15.
5. Zaikova S. A. Intelligent Algorithms for Processing Unstructured Data // *Computer Mathematics Systems and Their Applications*. 2023. No. 24. Pp. 35–40.
6. Kushnikov O. V., Gusyatinov V. N., Kushnikov V. A. Data Warehouse Management Tasks for an Industrial Enterprise by the Criterion of Operational Efficiency // *Natural and Technical Sciences*. 2024. No. 4 (191). Pp. 171–173.
7. Ladynin A. I., Kozlov Ya. V. Recommendations for Improving the Management of Production Systems // *Leadership and Management*. 2024. Vol. 11, No. 2. Pp. 529–540.
8. Mikhalev O. N., Yanyushkin A. S. Application of Artificial Intelligence in Expert-Analytical Systems for Efficient Production Management // *Reference: Engineering Journal*. 2023. No. 1 (310). Pp. 34–40.
9. Speshilov E. A., Nessedov P. O. Algorithmization of Data Mining for Optimizing Inventory Management Processes under Uncertainty // *Waste and Resources*. 2023. Vol. 10, No. 1. (pages not specified).
10. Speshilova N. V., Rakhmatullin R. R., Ovechkin M. V., Pudovkin D. S. Enhancing the Efficiency of an Industrial Enterprise through Equipment Modernization // *Prydneprovsky Scientific Bulletin*. 2024. Vol. 1, No. 2. Pp. 56–62.
11. Tukhtarova L. R., Yarullin K. M. Development of Industrial Sector Enterprises in a Digital Environment // *Economics and Entrepreneurship*. 2022. No. 8 (145). Pp. 1111–1113.
12. Fedoseev E. V., Lagutkin M. G., Kovalenko V. V., Devyatkin O. V. Improving the Mechanism for Collecting and Processing Equipment Condition Data // *Industry: Economics, Management, Technologies*. 2022. Vol. 1, No. 2 (2). Pp. 24–43.
13. Chernyavsky A. V., Akulin E. V., Sviridova L. E. On the Use of Data Mining Technology to Optimize Production Stages in the Automotive Industry // *Science Perspectives*. 2024. No. 1 (172). Pp. 72–74.
14. Chigirinsky Yu. L., Krainev D. V., Tikhonova Zh. S. Transformation of the Information Structure as a Tool to Increase the Efficiency of Multi-Product Manufacturing // *Knowledge-Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. 2024. No. 4 (154). Pp. 29–40.
15. Chuprov S. V. Dualism of Information Measurement Methods in Industrial Management Analytics // *Proceedings of Baikal State University*. 2022. Vol. 32, No. 2. Pp. 358–365.