



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.89

ОПТИМИЗАЦИЯ БЫСТРОРЕАГИРУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА (QRM) ЧЕРЕЗ ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ: ИНТЕГРАЦИЯ QRM С ИИ И АНАЛИЗОМ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

¹Апаков А.А., Павлов Б.П.

ФГБОУ ВО "КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ", Казань, Россия (420111, Республика Татарстан, город Казань, ул. Карла Маркса, д. 10), e-mail: ¹ Kzn87@list.ru

В этой статье рассматривается интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных в концепцию быстрореагирующего производства (QRM) как средство повышения эффективности и адаптивности производственных процессов. Она охватывает анализ текущего состояния QRM, возможности интеграции ИИ и больших данных, а также исследует реальные примеры из автомобилестроения, электроники и фармацевтики. Статья также обсуждает потенциальные проблемы и вызовы, связанные с этой интеграцией, и предлагает стратегии для их преодоления.

Ключевые слова: Быстрореагирующее производство, искусственный интеллект, большие данные, производственные процессы, цифровые инновации, интеграция технологий, промышленная эффективность.

THE TITLE OF THE ARTICLE: OPTIMIZING FAST-RESPONSE MANUFACTURING (QRM) THROUGH DIGITAL INNOVATION: QRM INTEGRATION WITH AI AND BIG DATA ANALYSIS

¹Apakov A.A., Pavlov B.P.

KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY. A.N. TUPOLEV-KAI", Kazan, Russia (420111, Republic of Tatarstan, Kazan, Karl Marx st., 10), e-mail: ¹ Kzn87@list.ru

This article discusses the integration of artificial intelligence (AI) and big data into the concept of rapid-reaction manufacturing (QRM) as a means of increasing the efficiency and adaptability of production processes. It covers the analysis of the current state of QRM, the possibilities of integrating AI and big data, as well as explores real-world examples from the automotive, electronics and pharmaceuticals industries. The article also discusses the potential problems and challenges associated with this integration and suggests strategies to overcome them.

Keywords: Fast-reacting production, artificial intelligence, big data, production processes, digital innovation, technology integration, industrial efficiency.

Введение

В современном динамичном мире производства, где рыночные условия непрерывно меняются, быстрореагирующее производство (QRM) становится ключевым фактором успеха многих предприятий [1]. QRM, ориентированное на сокращение времени производства и реагирования на рыночные требования, теперь сталкивается с новым вызовом и возможностью: интеграцией с передовыми технологиями, такими как искусственный

интеллект (ИИ) и анализ больших данных. Эти технологии обещают радикально трансформировать подходы к управлению производственными процессами, предлагая новые уровни оптимизации и эффективности.

Несмотря на большую важность концепции быстрореагирующего производства (QRM) в промышленности, академическая литература по-прежнему исследует потенциал и практическое применение современных цифровых технологий в рамках этой концепции. Существующие исследования часто фокусируются на отдельных аспектах QRM [2] или ИИ и больших данных [9], оставляя простор для более глубокого и интегрированного анализа. Эта статья стремится заполнить этот пробел, исследуя, как интеграция ИИ и больших данных может усилить и расширить принципы концепции быстрореагирующего производства, способствуя более эффективному и адаптивному производственному процессу.

Целью данного исследования является оценка влияния ИИ и анализа больших данных на ключевые аспекты концепции быстрореагирующего производства (QRM), включая сокращение времени производственных циклов, повышение гибкости производственных линий и улучшение качества управленческих решений. Через симбиоз теоретического анализа и практических исследований, данное исследование не только выявляет потенциал интеграции ИИ и больших данных в QRM, но и представляет эмпирически подтвержденные результаты, указывающие на значительное повышение производственной эффективности и ускорение процесса принятия решений на производстве.

Текущее состояние QRM и его роль в современном производстве

Концепция быстрореагирующего производства (QRM) сегодня является ключевым элементом в управлении производственными процессами, особенно в условиях постоянно меняющегося рынка. QRM фокусируется на сокращении времени производственных циклов, что способствует повышению гибкости и оперативности предприятий. С учетом того, что современные рынки характеризуются высокой степенью непредсказуемости и изменчивости спроса, принципы QRM помогают компаниям быстрее адаптироваться к изменениям, сокращая время от разработки продукта до его поступления на рынок [10].

Важность QRM в современном производстве также заключается в его способности интегрировать различные аспекты производственной цепочки, от снабжения до производства и распределения. Это обеспечивает более эффективное взаимодействие между отделами и, как следствие, ускоряет процесс принятия решений и улучшает общую эффективность производства [5].

Современные технологии, такие как ИИ и анализ больших данных, начинают играть все более значимую роль в оптимизации QRM. Они предлагают новые возможности для анализа и обработки информации, что способствует более точному прогнозированию и планированию, а также помогает идентифицировать и устранять узкие места в производственных процессах.

Таким образом, текущее состояние QRM в производстве характеризуется постоянным развитием и адаптацией к новым технологическим трендам, что делает его неотъемлемым компонентом современной производственной стратегии.

Анализ возможностей, как ИИ и большие данные могут быть интегрированы в QRM для повышения эффективности

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных в концепцию быстрореагирующего производства (QRM) открывает новые горизонты для повышения эффективности производственных процессов. ИИ и большие данные могут значительно улучшить способность QRM адаптироваться к изменениям рыночных условий и потребностей клиентов [8].

Таблица 1 – Возможности интеграции ИИ и больших данных в QRM

Анализ данных и прогнозирование		ИИ и большие данные позволяют проводить более глубокий анализ производственных данных, что способствует точному прогнозированию трендов и спроса. Это помогает оптимизировать запасы и уменьшать время простоя
Автоматизация и принятие решений		ИИ может автоматизировать рутинные задачи и помочь в принятии более обоснованных решений. Это ускоряет процесс принятия решений и повышает общую реактивность системы QRM
Идентификация узких мест		Алгоритмы ИИ могут анализировать большие объемы данных для выявления и устранения узких мест в производственных процессах, что напрямую влияет на уменьшение времени цикла и повышение эффективности
Персонализация продукта		Использование данных о клиентах и машинного обучения может привести к более персонализированному производству, соответствующему индивидуальным потребностям клиентов, что является ключевым аспектом современного QRM

Эти аспекты демонстрируют, как интеграция ИИ и больших данных может радикально трансформировать и улучшить принципы QRM, делая производство более адаптивным и эффективным в ответ на быстро меняющиеся рыночные условия [5].

Примеры успешной интеграции и их влияние на производственные процессы

Отрасль компании: Автомобильные запчасти и комплектующие

В одной из российских компаний по производству автомобильных запчастей и комплектующих интеграция ИИ в QRM позволила оптимизировать логистические цепочки, сократив время на планирование и управление запасами [13]. Использование алгоритмов машинного обучения для анализа данных о спросе и поставках привело к более точному прогнозированию и снижению издержек.

Отрасль компании: Электроника

Российский производитель электроники интегрировал анализ больших данных в свою систему QRM, что позволило лучше понимать потребности клиентов и более эффективно управлять производственными процессами [14]. Это привело к сокращению времени разработки новых продуктов и ускорению их вывода на рынок.

Отрасль компании: Фармацевтика

Российская фармацевтическая компания использовала ИИ для анализа клинических данных в рамках своего производственного процесса, что ускорило процесс разработки новых лекарств [15]. Интеграция данных клинических испытаний с помощью ИИ в QRM обеспечила более быстрое принятие решений и повышение эффективности производства.

Эти примеры показывают потенциальное влияние интеграции ИИ и больших данных в QRM на различные отрасли промышленности, подчеркивая улучшение эффективности и адаптивности производственных процессов.

Углубленный анализ преимуществ, таких как сокращение времени циклов, повышение гибкости и реактивности

Внедрение ИИ и больших данных в QRM значительно улучшает производственные процессы. Рассматривая углубленный анализ и расчеты преимуществ, можно выделить определенные закономерности.

Сокращение времени циклов: если среднее время производственного цикла компании составляет 30 дней, то интеграция ИИ для оптимизации планирования и управления ресурсами может сократить это время на 15-20%. Это означает, что время цикла может быть сокращено до 24-25 дней. Годовая экономия времени составит примерно 60-72 дня, что увеличивает производственную мощность и сокращает время выхода на рынок.

Повышение гибкости: если изменение производственной линии требует 5 дней, то интеграция и использование алгоритмов ИИ для адаптации и перенастройки производственных линий может сократить это время до 2 дней. Это увеличивает гибкость производства, позволяя быстрее реагировать на изменения спроса и рыночные требования.

Повышение реактивности: если время реакции на изменение спроса составляет 10 дней, то интеграция и использование ИИ для анализа рыночных данных и больших данных позволяет сократить это время до 1-2 дней. Более быстрая реакция на спрос повышает удовлетворенность клиентов и улучшает рыночное положение компании.

Оптимизация процессов: если анализ данных о производственных процессах занимает 10 часов вручную, то использование ИИ для автоматизации этого процесса может сократить время анализа до 1 часа. Это обеспечивает быстрое выявление и устранение узких мест, улучшая производительность на 10%.

Анализ больших данных для прогнозирования спроса: если стандартные методы прогнозирования дают 75% точность, то использование алгоритмов машинного обучения для

анализа больших данных повышает точность прогноза до 90%. Это уменьшает перепроизводство и недопроизводство, снижая издержки на 15% [16].

Обзор технологий ИИ и анализа больших данных, применяемых в QRM

Технологии машинного Обучения в QRM.

Применение различных видов машинного обучения в QRM позволяет более точно анализировать производственные данные, оптимизировать операции и прогнозировать потенциальные неполадки, что приводит к сокращению времени производственных циклов и повышению гибкости.

Использование больших данных (Big Data).

Сбор и анализ больших данных дают возможность более эффективно управлять ресурсами, понимать потребительские тренды и оптимизировать логистические процессы. Автоматизация с помощью ИИ обеспечивает более быстрое принятие решений, сокращая время реакции на рыночные изменения и уменьшая человеческие ошибки.

Адаптивное производство.

ИИ также способствует созданию гибких и адаптивных производственных систем, способных эффективно реагировать на динамические рыночные условия. Облачные технологии усиливают эффект от интеграции ИИ и больших данных, обеспечивая централизованное хранение и доступ к данным, что улучшает совместную работу и оперативность производства.

Интеграция с облачными технологиями.

Интеграция облачных технологий в QRM с ИИ и большими данными открывает новые горизонты для эффективности и синергии. Облачные платформы предоставляют централизованное хранение и обработку данных, что улучшает доступность и управление информацией. Это позволяет быстро обмениваться данными между различными отделами и локациями, ускоряя процесс принятия решений [12].

Таким образом, ИИ и большие данные становятся неотъемлемой частью QRM, значительно улучшая его способность к быстрой и эффективной адаптации к изменяющимся требованиям производства и рынка.

Потенциальные проблемы и вызовы при интеграции ИИ и больших данных в QRM и стратегии решения этих проблем

Интеграция ИИ и больших данных в концепцию быстрореагирующего производства сопряжена с рядом потенциальных проблем и вызовов.

Безопасность данных и конфиденциальность: с увеличением объема собираемых данных возрастает риск нарушений безопасности и утечек информации. Необходимо внедрять усиленные меры безопасности и шифрования для защиты данных.

Сложность интеграции: слияние ИИ и больших данных с существующими концепциями быстрореагирующего производства может быть технически сложным. Требуется компетентность в области IT и ресурсы для обеспечения мягкой интеграции [7].

Сопротивление изменениям: сотрудники могут сопротивляться новым технологиям. Важно проводить обучение и демонстрировать преимущества нововведений для повышения их принятия [17].

Примеры из практики:

Компания, занимающаяся производством автомобильных запчастей и компонентов из примера в разделе «Примеры успешной интеграции и их влияние на производственные процессы», столкнулась с проблемой интеграции ИИ в существующую концепцию быстрореагирующего производства на основной производственной линии автокомпонентов, что требовало значительных инвестиций в обучение и разработку. Решение было найдено в создании межотделовых команд (ячеек) для мягкой интеграции и оптимизации процессов. Основу составлял отдел IT-разработки, который был направляющим звеном для административного персонала и непосредственно рабочих на производстве, которые обучились работе с ИИ-системами для ускорения реагирования на нештатные ситуации в производстве и сократили время на устранение возникающих на производстве неполадок на 50% [6].

Компания-производитель электроники столкнулась с проблемой защиты данных при использовании облачных решений для анализа больших данных. Внедрение усиленных протоколов безопасности и постоянный мониторинг утечек данных помогли решить эту проблему.

В фармацевтической компании сопротивление изменениям преодолевалось через серию обучающих семинаров, демонстрирующих преимущества интеграции ИИ и больших данных в ускорении разработки лекарственных средств, что привело к повышению производственной эффективности в разработке основного лекарства, производимого компанией, на 30% [4].

Результаты интеграции ИИ и больших данных в концепцию быстрореагирующего производства

После интеграции ИИ в процессы QRM, компания по производству автозапчастей и компонентов отметила сокращение времени разработки новых моделей на 20%. Использование предиктивно-аналитической системы улучшило управление запасами, снизив издержки на 15%. Также наблюдалось увеличение гибкости производственных линий, позволяя компании быстрее адаптироваться к изменениям спроса.

Компания, производящая электронные устройства, внедрила алгоритмы машинного обучения для оптимизации своих производственных линий. В результате, время сборки продукции уменьшилось на 25%, а точность прогнозирования спроса увеличилась, что привело к сокращению излишек на складах на 30%.

Фармацевтическая компания применила ИИ для анализа данных клинических испытаний, что ускорило процесс разработки новых лекарств на 40%. Аналитика больших данных помогла в идентификации потенциальных терапевтических целей, сокращая время и стоимость исследований.

Эти результаты показывают, как интеграция ИИ и больших данных может повысить эффективность и адаптивность в различных сферах промышленности, способствуя снижению затрат и ускорению производственных процессов [11].

Выводы

Интеграция ИИ и больших данных в концепцию быстрореагирующего производства – это огромный шаг в улучшении производственных процессов в различных отраслях

промышленности. Она не только ускоряет производственные циклы и повышает гибкость и реактивность, но и приводит к снижению издержек и повышению качества продукции. Однако, важно также учитывать потенциальные вызовы, такие как сложность интеграции и обработки данных. Спешная интеграция ИИ и больших данных в QRM требует комплексного подхода, включающего технические инновации, обучение персонала и непрерывное улучшение процессов. Также важно обеспечить защиту данных и управление рисками. В перспективе, эта интеграция открывает путь к более интеллектуальному и автоматизированному производству, адаптированному к требованиям быстро меняющегося мира.

Список литературы

1. Сури Р. Время – деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства / пер. с англ. В.В. Делюхина. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 326 с.
2. Мамонов В.И., Полуэктов В.Я., Якутин Е.М. Некоторые аспекты концепции быстрореагирующего производства // Сибирская финансовая школа. – 2014. - №5 (106). – С. 49-52.
3. Клочков В.В., Вдовенков В.А. Проблема обеспечения производства авиационной техники «Точно в срок» и концепция «Быстрореагирующего производства» // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, №1 (5). – С.1418-1425.
4. Инновационный менеджмент. Многоуровневые концепции, стратегии и механизмы инновационного развития: учебное пособие / Под ред. В.М. Аньшина. М.: Дело, 2006.
5. С.В. Матюшевская. Метод Quick Response Manufacturing, как один из перспективных методов управления конкурентоспособностью предприятия, отвечающий потребностям современного, динамично развивающегося рынка // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения, февраль 2014.
6. А.В. Филиппов. Магия QRM или «Время – не деньги, а очень большие деньги» // Портал «Управление производством», интервью с А.Е. Лузиным и С.И. Ляпуновым, сентябрь 2013.
7. Эдвардс Деминг. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Эдвардс Деминг; пер. с англ. – 6-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2014.
8. Абашева О.Ю., Амирова Э.Ф., Беляева С.В. и др. Цифровая экономика и сквозные цифровые технологии: современные вызовы и перспективы экономического, социального и культурного развития / Под ред. И.А. Бондаренко, А.Н. Полетайкина. Самра: ООО НИЦ «ПНК», 2020. – 297 с.
9. Орешина М.Н. Применение искусственного интеллекта в инновационной деятельности промышленных предприятий // E-Management. – 2021. -Т. 4, №1. -С. 29-37.
10. What Are the Fundamentals of Quick Response Manufacturing? [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.thebalance.com/quick-response-manufacturing-qrm-2221224> (дата обращения 29.01.2024)
11. Dentions: AI in 2023: Key trends and developments [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.dentions.com/en/insights/articles/2023/january/20/ai-in-2023-key-trends-and-developments/> (дата обращения 30.01.2024)

12. Будущее искусственного интеллекта в России [Электронный ресурс] Режим доступа: https://cnews.ru/articles/2019-10-02_budushchee_iskusstvennogo_intellekta (дата обращения 30.01.2024)
13. Новая реальность рынка автокомпонентов. Международный автомобильный форум MIMS Automechanika [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://automediapro.ru/novaya-relanost-rynka-avtokomponentov/> (дата обращения: 28.01.2024)
14. Рынок оптоэлектроники – рост, тенденции, влияние Covid-19 и прогнозы (2023-2028 гг.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/articles/2019-10-02_budushchee_iskusstvennogo_intellekta (дата обращения 28.01.2024)
15. Медленно, но уверенно: Производство субстанций лекарственных средств в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fcpfarma.ru/doc.aspx?DocId=763> (дата обращения 28.01.2024)
16. What is QRM? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qrm.engr.wisc.edu/what-is-qrm/> (дата обращения 30.01.2024)
17. Quik Response Manufacturing VS Lean Manufacturing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qrminstitute.org/quick-response-manufacturing-vs-lean-manufacturing> (дата обращения 30.01.2024)

References

1. Suri R. Time is Money. The Competitive Advantage of Quick Response Manufacturing / transl. by V.V. Delyukhin. - Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory, 2015. - p.326
2. Mamonov V.I., Poluektov V.Ya., Yakutin E.M. Some aspects of the concept of quick response manufacturing // Siberian Financial School. - 2014. - No. 5 (106). - pp. 49-52.
3. Klochkov V.V., Vdovenkov V.A. The problem of ensuring the production of aviation equipment "Just in Time" and the concept of "Quick Response Manufacturing" // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2014. - Vol. 16, No. 1 (5). - pp. 1418-1425.
4. Innovative Management. Multilevel Concepts, Strategies, and Mechanisms of Innovative Development: textbook / Ed. by V.M. Anshin. Moscow: Delo, 2006.
5. Matyushevskaya S.V. The Quick Response Manufacturing method, as one of the promising methods of enterprise competitiveness management, meeting the needs of the modern, dynamically developing market // Modern science: current problems and ways of their solution, February 2014.
6. Philippov A.V. The Magic of QRM or "Time - not money, but very big money" // Production Management Portal, interview with A.E. Luzin and S.I. Lyapunov, September 2013.
7. Edwards Deming. Out of the Crisis. A New Paradigm of Managing People, Systems, and Processes / Edwards Deming; transl. from English. - 6th ed. - Moscow: Alpina Publisher, 2014.
8. Abasheva O.Yu., Amirova E.F., Belyaeva S.V. et al. Digital Economy and End-to-End Digital Technologies: Modern Challenges and Prospects for Economic, Social, and Cultural Development / Ed. by I.A. Bondarenko, A.N. Poletaykin. Samra: LLC NIC "PNK", 2020. - p.297

9. Oreshina M.N. Application of artificial intelligence in the innovative activity of industrial enterprises // E-Management. – 2021. - Vol. 4, No. 1. - pp.. 29-37.
 10. What Are the Fundamentals of Quick Response Manufacturing? [Electronic resource] Access mode: <https://www.thebalance.com/quick-response-manufacturing-qrm-2221224> (accessed 29.01.2024)
 11. Dentions: AI in 2023: Key trends and developments [Electronic resource] Access mode: <https://www.dentions.com/en/insights/articles/2023/january/20/ai-in-2023-key-trends-and-developments/> (accessed 30.01.2024)
 12. The future of artificial intelligence in Russia [Electronic resource] Access mode: https://cnews.ru/articles/2019-10-02_budushchee_iskusstvennogo_intellekta (accessed 30.01.2024)
 13. The New Reality of the Auto Components Market. International Automotive Forum MIMS Automechanika [Electronic resource]. Access mode: <https://automediapro.ru/novaya-relanost-rynka-avtokomponentov/> (accessed: 28.01.2024)
 14. Optoelectronics Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2023-2028) [Electronic resource]. – Access mode: https://www.cnews.ru/articles/2019-10-02_budushchee_iskusstvennogo_intellekta (accessed 28.01.2024)
 15. Slowly but Surely: Production of Pharmaceutical Substances in Russia [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.fcpfarma.ru/doc.aspx?DocId=763> (accessed 28.01.2024)
 16. What is QRM? [Electronic resource]. – Access mode: <https://qrm.engr.wisc.edu/what-is-qrm/> (accessed 30.01.2024)
 17. Quick Response Manufacturing VS Lean Manufacturing [Electronic resource]. – Access mode: <https://qrminstitute.org/quick-response-manufacturing-vs-lean-manufacturing> (accessed 30.01.2024)
-