

Яковлева Елена Анатольевна¹,
профессор, д-р экон. наук, профессор;
Виноградов Андрей Николаевич²,
канд. физ.-мат. наук, доцент

ТЕХНОЛОГИИ ДЕЕРТЕСН В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

¹ Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный
экономический университет, helen7199@gmail.com;

² Россия, Ярославская обл., Институт программных систем
им. А.К. Айламазяна РАН, andrew@andrew.botik.ru

Аннотация. Современное управление производством стало невозможно представить без применения передовых технологий, таких как искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML), квантовые вычисления и анализ больших данных (Big Data), которые объединены под термином ДеерТех и могут успешно применяться для создания системы адаптивного управления производством, способных реагировать на изменения в реальном времени и оптимизировать производственные процессы. Практическое внедрение ДеерТех сталкивается с научными и практическими проблемами, связанными с обработкой больших объемов данных, анализом информации, прогнозированием событий и принятием решений. Научная проблема состоит в разработке интегрированных подходов к внедрению ДеерТех технологий для создания систем адаптивного управления производством и их информационно-методическом обеспечении. Результаты данного исследования могут быть полезными для предприятий, стремящихся оптимизировать свои производственные процессы и повысить эффективность управления.

Ключевые слова: ДеерТех, искусственный интеллект, адаптивное управление, производство, кибербезопасность, машинное обучение.

Elena A. Iakovleva¹,
Professor, Doctor of Economics;
Andrey N. Vinogradov²,
Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

DEEPTech TECHNOLOGY IN ADAPTIVE MANUFACTURING MANAGEMENT SYSTEM

¹ St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russia,
helen7199@gmail.com;

² A. K. Aylamazyan Institute of Software Systems of the Russian Academy of
Sciences, Yaroslavl region, Russia, andrew@andrew.botik.ru

Abstract. Modern production management is impossible to imagine without the application of advanced technologies such as artificial intelligence (AI), machine learning (ML), quantum computing, and big data analytics. These technologies, collectively

referred to as DeepTech, provide enterprises with tools to create adaptive management systems capable of real-time responsiveness and optimization of production processes. However, the implementation of DeepTech faces scientific and practical challenges related to handling large volumes of data, data analysis, event prediction, and decision-making. The scientific problem lies in the development of integrated approaches to implementing DeepTech technologies for the creation of adaptive production management systems. The findings of this research can be valuable for enterprises seeking to optimize their production processes and improve management efficiency.

Keywords: DeepTech, artificial intelligence, adaptive management, production, cybersecurity, machine learning.

Введение

Современные производственные предприятия сталкиваются с комплексными вызовами, требующими более эффективных и адаптивных методов управления, а внедрение передовых DeepTech технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и анализ больших данных, обеспечивает улучшенную интеграцию и анализ данных, оптимизацию производственных процессов, принятие обоснованных решений за счет скорости адаптации к изменяющимся условиям.

1. Создание системы адаптивного управления производством

Создание системы адаптивного управления производством основано на теории ситуационного управления Д. А. Поспелова, адаптивного управления промышленными комплексами Б. Л. Кукора, теории искусственного интеллекта. Создание системы адаптивного управления производством предполагает переход к цифровому управлению и поддержке принятия решений со стороны руководства. Этот процесс с точки зрения информационного обеспечения включает в себя определение локальных сценариев для анализа стратегии функционирования предприятия в социально-экономической и производственной среде, т. е. он охватывает целиком информационно-логический процесс антиципации проблемных ситуаций, а значит требует применения новых компьютерных технологий.

С появлением передовых технологий, таких как искусственный интеллект (AI, ИИ), машинное обучение (ML), квантовые вычисления и анализ больших данных (Big Data), возникает возможность создать системы адаптивного управления, способные реагировать на изменения в реальном времени и оптимизировать производственные процессы. Эти технологии, известные как DeepTech, предоставляют предприятиям инструменты для более точного анализа данных, прогнозирования событий и принятия решений на основе данных. Однако, несмотря на потенциал DeepTech, существуют ряд научных и практических проблем, связанных с его внедрением в управление производством. Эти проблемы охватывают вопросы сбора и агрегации данных, обработки больших объемов информации, обеспечения качества данных, эффективности алгоритмов анализа и масштабирования систем. Решение этих проблем имеет решающее значение для успешного внедрения DeepTech и создания более гибких и систем адаптивного управления производством.

2. Сущность DeepTech в контексте адаптивного управления

DeepTech в рамках адаптивного управления производством означает использование передовых технологий и методов, таких как искусственный интеллект, машинное обучение, анализ больших данных и другие инновационные подходы для оптимизации и совершенствования производственных процессов. Эти технологии обеспечивают возможность создания систем адаптивного управления, способных реагировать на изменения в реальном времени и оптимизировать производственную деятельность. DeepTech для адаптивного управления производством включают в себя следующие ключевые элементы (табл. 1).

Таблица 1

Перечень DeepTech технологий для системы адаптивного управления производством

DeepTech	Роль в системе адаптивного управления производством
1	2
Искусственный интеллект (AI)	Поддержка аналитических и прогностических функций в обработке данных для функционирования систем адаптивного управления. Это включает в себя использование алгоритмов машинного обучения, нейронных сетей и других методов, позволяющих системе анализировать данные, прогнозировать события и принимать автоматические решения [1].
Машинное обучение (ML)	Позволяет системам управления обучаться на основе опыта и данных, а также адаптироваться к изменению векторов внешней и внутренней среды. Машинное обучение способствует оптимизации производственных процессов и обучению, позволяя системе улучшать свою производительность на основе новых данных и опыта [2].
Квантовые вычисления	Основанные на принципах квантовой механики, квантовые вычисления могут революционизировать вычислительные возможности. Они позволяют системе решать сложные задачи более быстро и эффективно, что сказывается на оптимизации производственных процессов и улучшении управления [3]. Квантовые вычисления представляют собой передовую область информационных технологий, использующую принципы квантовой механики для обработки данных. Эта технология имеет потенциал существенно изменить сферу информатики и оказать значительное воздействие на системы управления, включая управление производством.
Анализ больших данных (Big Data)	Осуществление сбора и анализа огромных объемов данных воздействует на систему управления, обеспечивая возможность выявления закономерностей, трендов и аномалий. Это помогает системе принимать обоснованные решения и корректировать их в реальном времени, опираясь на анализ больших данных.

1	2
Интернет вещей (IoT)	Использование IoT для сбора данных с производственного оборудования и объектов обеспечивает непрерывный мониторинг. Это позволяет системе управления иметь актуальную информацию о состоянии оборудования и процессов, что влияет на принятие более информированных решений и улучшение эффективности управления.
Технологии компьютерного зрения и распознавания образов	Технологии компьютерного зрения и распознавания образов влияют на систему управления, обеспечивая более точный контроль качества продукции и более быструю реакцию на нестандартные ситуации. Это позволяет предотвращать брак и простои, что имеет прямой эффект на эффективность производства.
Системы Аналитики данных и бизнес-интеллекта	Способствуют более полному и понятному анализу данных, что влияет на способность системы управления интерпретировать результаты и принимать более обоснованные решения.
Автоматизация процессов и рутинных задач	Эта автоматизация снижает вероятность человеческих ошибок и улучшает точность и эффективность выполнения задач на производстве, что в конечном итоге влияет на производительность системы управления [4].

Применение системного анализа для формирования системы адаптивного управления производством имеет фундаментальное значение в силу комплексности задач и функций управления, сложности определения взаимосвязей, необходимости комплексного анализа стратегии функционирования производства, обнаружения проблемных ситуаций, прогнозирования исходов для антиципации проблем, распределении и оптимизации ресурсов на основе методики, моделирование и симуляции поведения системы. Как следует из анализа источников²³, приведем секторы DeepTech, которые представляют перспективу: искусственный интеллект, машинное обучение, квантовые вычисления, кибербезопасность, генетика, биоинформатика, неврология, продовольственная промышленность (Foodtech), энергетика, космические технологии.

3. Систематизация проблем и путей их решения в системе адаптивного управления производством

Процесс адаптивного управления производством, который включает в себя использование технологий глубокого обучения и искусственного интеллекта (DeepTech), представляет собой инновационный подход к оптимизации и эффективному управлению производственными процессами. Перечислим проблемы, которые следует учитывать на различных этапах производственного процесса (табл. 2).

²³ <https://sber.pro/digital/publication/glubokie-innovaczii-kak-deep-tech-menyaet-rossijskuyu-ekonomiku>

Анализ проблемных ситуаций и путей их решения

Этапы	Проблемные ситуации	DeepTech
1	2	3
Сбор и агрегация данных	<i>Проблема объема данных:</i> Обработка больших объемов данных может потребовать значительных вычислительных и хранилищеских ресурсов, что может стать проблемой в случае ограниченных бюджетов или ограниченной инфраструктуры. <i>Качество данных:</i> Некачественные или неточные данные, поступающие с датчиков или других источников, могут исказить результаты анализа, что снизит надежность системы управления.	<i>Инструменты для обработки больших объемов данных,</i> такие как технологии Big Data и облачные вычисления, позволяют эффективно хранить и обрабатывать данные с различных источников.
Анализ данных и обнаружение аномалий	<i>Неполные данные:</i> Отсутствие определенных данных в наборе может затруднить анализ и обнаружение аномалий, так как некоторые паттерны могут остаться незамеченными. <i>Низкая точность:</i> Алгоритмы глубокого обучения и машинного обучения не всегда могут обеспечивать высокую точность в обнаружении аномалий, что может привести к ложным срабатываниям.	<i>Методы машинного обучения и алгоритмы глубокого обучения</i> способны обнаруживать скрытые паттерны и аномалии в данных, что позволяет более точно выявлять нештатные ситуации.
Прогнозирование событий	<i>Неопределенность:</i> Прогнозы могут быть неточными из-за изменчивости внешних факторов и неопределенности в данных, что может затруднить принятие решений.	<i>Прогностические модели,</i> созданные на основе машинного обучения и искусственного интеллекта, могут учитывать множество переменных и трендов, улучшая точность прогнозов.
Принятие решений	<i>Недостаточная гибкость:</i> Автоматизированные решения, основанные на данных и прогнозах, могут не всегда учитывать контекст или специфические требования, что может потребовать человеческого вмешательства.	<i>Автоматизированные системы управления,</i> работающие на базе искусственного интеллекта, могут предоставлять рекомендации и предсказания для поддержки принятия решений.
Адаптация производственных процессов	<i>Интеграция существующих систем:</i> Изменение производственных процессов может потребовать сложной интеграции с уже существующими системами и оборудованием, что может вызвать технические сложности.	<i>Системы автоматической настройки и оптимизации,</i> которые используют машинное обучение, могут быстро адаптировать производственные процессы под текущие требования и условия.

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Контроль и мониторинг	<i>Ложные срабатывания:</i> Система мониторинга, основанная на анализе данных, может реагировать на ложные аномалии или неверные сигналы, что может привести к ненужным операциям и потере ресурсов.	<i>Системы мониторинга в реальном времени</i> позволяют непрерывно отслеживать производственные операции и мгновенно реагировать на аномалии.
Обучение и оптимизация	<i>Обучение на малом объеме данных:</i> В начале использования системы может быть недостаточно данных для обучения, что ограничивает ее способность к оптимизации и эффективной работе.	<i>Автоматизированный процесс обучения,</i> основанный на машинном обучении, позволяет системе постоянно улучшать свои алгоритмы и оптимизировать производственные процессы на основе новых данных.

Решение этих проблем требует комплексного подхода, включая повышение качества собираемых данных, разработку более точных и гибких алгоритмов анализа и принятия решений, а также тщательное планирование и интеграцию системы управления в производственные процессы. Несмотря на потенциальные сложности, использование DeepTech в адаптивном управлении производством создает более гибкую и эффективную среду, способную быстро реагировать на изменения и обеспечивать более высокий уровень качества продукции и безопасности производства [5].

Результаты

Проблемы, описанные на различных этапах процесса адаптивного управления производством, могут быть решены с применением различных технологий системного анализа и DeepTech. Технологии DeepTech находят широкое применение в области кибербезопасности, что существенно улучшает систему управления в обнаружении и защите от киберугроз [6]. Внедрение этих технологий способствует повышению эффективности обнаружения аномалий и идентификации потенциальных угроз. Системы глубокого обучения и машинного обучения могут анализировать большие объемы данных сетевого трафика, выявляя аномальное поведение, которое может свидетельствовать о возможных кибератаках или нарушениях безопасности [7]. Технология DeepTech используется для создания моделей, способных распознавать сигнатуры известных ки-

беругроз и вредоносных программ. Она также позволяет прогнозировать потенциальные атаки для оперативного реагирования системы и разработки мер по их предотвращению. DeepTech также может быть задействована в автоматизированном анализе больших объемов журналов событий и активности в сети с целью выявления потенциально опасных действий и нарушений [8]. Для управления доступом и аутентификации возможно использование биометрической идентификации и голосового управления, основанных на технологии DeepTech. Это существенно повышает надежность системы аутентификации. DeepTech способствует анализу сетевого трафика для выявления потенциальных атак или аномальных паттернов передачи данных. Технологии машинного обучения могут помочь в определении наиболее эффективных стратегий управления доступом к информации и ресурсам. Более того, DeepTech может применяться для анализа программного обеспечения и выявления уязвимостей, что дает возможность компаниям принимать меры по их устранению и обеспечению высокого уровня безопасности данных и системы управления [9].

Выводы

Итак, адаптивное управление производством, поддерживаемое технологиями DeepTech и системным анализом, представляет собой выдающийся шаг в современной индустрии. На каждом этапе этого процесса сбора, анализа и оптимизации данных, с использованием передовых инструментов искусственного интеллекта и машинного обучения, технологии DeepTech позволяют решать разнообразные проблемы и повышать эффективность управления производством. Адаптивное управление предполагает способность обнаруживать и преодолевать угрозы, которые могут возникнуть в трех основных областях: внутри самого предприятия (например, узкие места и диспропорции в процессах, нарушение коммуникаций), взаимодействии между предприятием и внешней средой, а также внутри самой управляющей структуры. Для успешного адаптивного управления необходимо проводить исследования взаимодействий между элементами системы и создавать структурные модели для определения типичных режимов функционирования системы. Эти модели, в совокупности, формируют фрагменты логико-лингвистической модели дискретной сети проблемных ситуаций, представляя знания о проблемных ситуациях и возможных способах их решения. Поэтому важно иметь подходящие инструментальные средства для обработки информации

в данном контексте. Важно отметить, что хотя технологии DeepTech обладают огромным потенциалом, они также влекут за собой ряд вызовов и проблем, таких как обработка больших объемов данных, обеспечение качества данных и обучение систем. Однако с правильным подходом и интеграцией этих технологий, предприятия могут достичь новых уровней эффективности, качества и адаптивности в управлении производством.

Список литературы

1. Kruachottikul P., Dumrongvute P., Tea-makorn P. et al. New product development process and case studies for deep-tech academic research to commercialization // *J. Innov Entrep.* – 2023. – Vol. 12, 48. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00311-1>. – URL: <https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-023-00311-1> (date of access: 05.10.23).
2. Vrontis D., Christofi M., Pereira V., Tarba Sh., Makrides A., Trichina E. Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: a systematic review // *The International Journal of Human Resource Management.* – Pp. 6–23. – DOI: <https://doi.org/10.1080/09585192.2020.1871398>.
3. Du Z., Liu J., Wang T. Augmented reality marketing: a systematic literature review and an agenda for future inquiry // *Front. Psychol.* – 2022. – Vol. 13. – Paper ID 925963. – Pp. 2–14. – DOI: [10.3389/fpsyg.2022.925963](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.925963).
4. De la Tour A., Soussan P., Harlé N., Chevalier R., Duportet X. From tech to deep tech. Boston Consulting Group, 2017. – URL: <https://dtusciencespark.dk/wp-content/uploads/2023/08/from-tech-to-deep-tech-web.pdf> (date of access: 05.10.23).
5. Nedayvoda A., Delavelle F., So Y., Graf L., Taupin L. Financing Deep Tech EM-Compass; Special Note 1. – Washington, DC: World Bank, 2021.
6. Mullet V., Sondi P., Ramat E. Review of cybersecurity guidelines for manufacturing factories in Industry 4.0 // *IEEE Access.* – 2021. – Vol. 9. – Pp. 23235–23263. – DOI: [10.1109/ACCESS.2021.3056650](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3056650). – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9345803> (date of access: 05.10.23).
7. Simeone A., Zeng Y., Caggiano A. Intelligent decision-making support system for manufacturing solution recommendation in a cloud framework // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.* – 2021. – Vol. 112(1), January 2021. – Pp. 1035–1050. – DOI: [10.1007/s00170-020-06389-1](https://doi.org/10.1007/s00170-020-06389-1).
8. Tekic Z., Abuelez A., Tekic A. Technological synergies as antecedents of sustainable development: deep-tech versus shallow-tech perspective // *Technology Analysis & Strategic Management.* – 2023. – Pp. 1–15. – DOI: <https://doi.org/10.1080/09537325.2023.2220828>.
9. Vinogradov A.N., Kurshev E.P., Belov S. Open source file system selection for remote sensing data operational storage and processing // *Cyber-Physical Systems and Control.* Dmitry G. Arseniev, Ludger Overmeyer, Heikki Kälviäinen, Branko Katalinić (eds.). *Lecture Notes in Networks and Systems.* – 2020. – Vol. 95. – Pp. 290–304. – DOI: [10.1007/978-3-030-34983-7_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_28).