

Цифровизация и внедрение технологий «Индустрии 4.0» в бизнес-процессы предприятий традиционных отраслей экономики

Балашов Алексей Михайлович 

кандидат экономических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск, Российская Федерация

E-mail: Ltha1@yandex.ru

Аннотация. Данная статья посвящена вопросам перехода к технологиям «Индустрии 4.0» на предприятиях традиционных отраслей экономики. Внедрение достижений «Индустрии 4.0» задает тенденции для трансформации и значительного усовершенствования производственных процессов с целью повышения их эффективности и безопасности. Автор рассматривает вопросы интеграции цифровых решений в технологические процессы предприятий и использования искусственного интеллекта, который становится неотъемлемым элементом современной промышленной эпохи. Основная роль искусственного интеллекта заключается в создании интеллектуальных систем, способных автоматизировать и улучшать ряд операций на производстве. При этом рассматриваются как возможности и перспективы применения искусственного интеллекта, так и анализируются основные вызовы и проблемы, связанные с внедрением искусственного интеллекта в производственные процессы промышленных предприятий. В целом, применение ключевых аспектов «Индустрии 4.0» является сложным процессом в области науки, техники и технологий и в связи с этим, возрастает актуальность исследования возможных путей решения возникающих и потенциальных проблем расширения цифровой трансформации производственной сферы и внедрения технологий «Индустрии 4.0» в производство.

Цель данной статьи – показать актуальность и своевременность использования цифровых решений в бизнес-процессах, проанализировать возможности применения достижений «Индустрии 4.0» на предприятиях традиционных отраслей и рассмотреть возникающие при этом вызовы и проблемы. В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что в современных российских компаниях внедрение цифровых технологий стало необходимостью для повышения конкурентоспособности и рентабельности бизнеса, освоения новых направлений и расширения производственного потенциала.

Ключевые слова: бизнес-процессы, интеграция, цифровые решения, IT-технологии, конкурентоспособность, технологические процессы

JEL codes: L26; L 86; O10

DOI: <https://doi.org/10.52957/2221-3260-2024-6-41-49>

Для цитирования: Балашов, А.М. Цифровизация и внедрение технологий «Индустрии 4.0» в бизнес-процессы предприятий традиционных отраслей экономики / А.М. Балашов // Теоретическая экономика. - 2024 - №6. - С.41-49. - URL: <http://www.theoreticaleconomy.ru> (Дата публикации: 30.06.2024)

Введение

Со второй половины XX века происходило постепенное повышение роли знаний и информации, развитые страны мира реализовали переход к информационному обществу и широкому использованию ИКТ-технологий. Характерной особенностью этих процессов ранее являлось линейное протекание стадий инновационного цикла в границах компаний, информационные коммуникации при этом выполняли вспомогательную функцию. А в начале нашего века произошел сильный рост объемов цифровых данных, следствием которого стал переход к современному этапу развития – цифровой экономике, жизнь и деятельность человека в которой связаны с созданием и использованием информации в цифровом виде.

Проблемам цифровизации, инновационным процессам, протекающим при активном внедрении

цифровых технологий, а также влиянию институциональной среды на цифровизацию уделяется значительное внимание в трудах таких ученых, как С. Фреeman [1] и Б. Карлссон [2]. Особенности ведения бизнеса в условиях цифровой экономики исследует У. Боумол [3], уделяя особое внимание вопросам взаимодополняемости крупных и малых инновационных компаний. О новой культуре управления в условиях цифровой экономики повествует Д. Климанов [4]. Э. Ансонг, Р. Боатенг описывают и анализируют бизнес-модели цифровых компаний и их влияние на возможности и человеческий потенциал предпринимателей и наемных сотрудников в цифровом окружении [5]. По мнению Юдиной Т.Н. и Купчишиной Е.В. цифровая экономика способствует достижению технологического прорыва, созданию новых точек экономического роста и, как следствие, инновационному развитию экономики в целом [6, с.11].

Основная часть.

Стремительно развивающиеся IT-технологии играют важную роль в различных секторах экономики. Если в условиях действия парадигмы закрытых инноваций подлинно конкурировать на глобальном рынке могли только крупные компании, имевшие значительные капитальные ресурсы и мощную научно-исследовательскую базу, то в настоящее время распространение цифровых технологий задает тенденции для трансформации производства и повышения эффективности бизнес-процессов как крупных, так и мелких и средних предприятий. Согласно данным Росстата, цифровая индустриализация в Российской Федерации в большей степени коснулась отрасли добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств, отрасли обеспечения энергией, газом и паром, кондиционирования воздуха, то есть тех отраслей, которые выпускают высокотехнологичную и сложную продукцию и услуги [7]. В промышленности все более широко говорят о переходе к «Индустрии 4.0».

Внедрение достижений «Индустрии 4.0» позволяет осуществить повсеместную интеграцию цифровых решений в технологические процессы и разработку и внедрение интегрированных цифровых модулей [8]. Например, в контексте горнодобывающей промышленности, первоочередной целью реализации данного направления является увеличение производительности. В частности, сформулирована стратегическая цель достижения роста указанного показателя в пять раз и улучшения ключевых экологических критериев как минимум в 2-3 раза [9, с. 209]. Кроме того, возможности цифровой трансформации могут в некоторой степени нивелировать тенденцию повышения операционных расходов во многих отраслях промышленности, в частности в горнодобывающей. Согласно оценкам экспертов в данной области, за последнее десятилетие наблюдается рост данного показателя на 90%.

Для обоснования данного утверждения можно предоставить следующие показатели, отражающие средние результаты от процесса внедрения цифровых технологий, [10, с. 39]:

- увеличение прибыли благодаря повышению производительности и сокращению расходов составляет приблизительно 10-15%;
- рост объемов производства при сокращении времени простоя технологического оборудования достигает в среднем 10-15%;
- увеличение скорости процессов разработки в 1,5-2 раза;
- сокращение расходов на реализацию физических тестов продукции благодаря применению технологий имитации составляет от 50% до 70%;
- уменьшение расходов на менеджмент логистических цепочек на уровне 20-30%;
- оптимизация технологических процессов, которая ведет к сокращению расходов приблизительно на 30%.

В целом, применение ключевых аспектов «Индустрии 4.0» является сложным процессом в области науки, техники и технологий. Например, в области добычи природных ресурсов успешная реализация данного процесса потребует существенных инвестиций в технологическое оборудование и нематериальные активы [11, с. 88]. Горнодобывающие предприятия активно продолжают работать

над увеличением уровня прозрачности, возможностью онлайн-контроля за производственными процессами и мониторинга работы транспортных средств и технологического оборудования и повышением эффективности бизнес-процессов.

В рамках внедрения достижений «Индустрии 4.0» в деятельность горнодобывающих предприятий в передовых странах Западной Европы осуществляется активное создание специальных цифровых продуктов, которые позиционируются как «Горно-геологические информационные системы» (далее - ГГИС) и нашли применение в горной индустрии. Существенное влияние на данный процесс оказало распространение компьютерных технологий, ПЭВМ и расширение инструментов программирования. Данные разработки пришли в нашу страну два десятилетия назад, при этом некоторые из них активно эксплуатируются на сегодняшний день горнодобывающими компаниями, геологоразведочными организациями и проектными и исследовательскими фирмами.

Типичным представителем горно-геологических информационных систем является ГГИС MINEFRAME. Структурные компоненты и функциональные характеристики ГГИС MINEFRAME обеспечивают возможность разработки компьютерных систем для инженерного сопровождения работ на открытых и в подземных горных объектах, которые могут адаптироваться к особенностям каждой горнодобывающей компании. Практически это означает формирование унифицированного виртуального окружения, способного в будущем поддерживать внедрение автоматизированных технологий в горнодобывающей индустрии [12, с. 64].

Основные структурные компоненты и функциональные характеристики ГГИС MINEFRAME, [13]:

1. Редактор изображений GEOTECH-3D разработан с целью создания моделей оборудования горной промышленности и автоматизации выполнения задач, базирующихся на них. GEOTECH-3D оборудован базовым набором средств для создания и управления объектами и специализированными инструментами, служащими для автоматизации выполнения локальных и специфических проблем в данной сфере. Информацию о моделях можно получить через опцию «Инспектор объектов», позволяющую редактировать множество показателей созданных моделей. Важным свойством данного структурного компонента выступает возможность изменения геометрических параметров моделей.

2. Система управления базами данных GEOTOOLS разработана для создания необходимых баз данных геологического характера (включая скважины, борозды и шламовые образцы), их последующего накопления, анализа и вывода отчетной информации. Возможности данной системы управления базами данных (СУБД) позволяют автоматизировать задачи, в области с определением рудных интервалов на основе установленных условий и выполнением автоматических переходов в соответствии с заранее выставленными последовательностями действий.

3. Система управления базами данных для производственных средств MINEGEAR разработана с целью эффективной обработки информации о технических устройствах и материальных ресурсах. Эти сведения служат основой для создания технологических систем, а их показатели применяются при планировании производства и анализе расходов на него.

4. ПО (программное обеспечение) для обслуживания баз данных GEOUSERS представляет собой инструмент администрирования, создания копий и изменения составов трех типов баз данных: производственных средств, геологического характера и технологических объектов. GEOUSERS выполняет важные задачи, включая управление правами доступа к моделям и запись действий пользователей в отдельный журнал, что обеспечивает поддержку многопользовательского режима работы самой информационной системы. Возможность отслеживания динамики необходимых данных дает возможность выявить автора изменений и, при необходимости, вернуть объект к предыдущему состоянию.

Опыт использования MINEFRAME на множестве отечественных горнодобывающих компаний свидетельствует о ее способности эффективно настраиваться под любые горно-геологические

условия и объемы выпуска продукции. На текущий момент данная информационная система успешно внедрена на более чем 500 автоматизированных рабочих местах. Как было сказано выше, в горно-геологическую систему MINEFRAME также интегрирован модуль GEOTECH-3D, который используется для моделирования объектов горной технологии и решения на этой основе широкого круга геологических, маркшейдерских и технологических задач, встречающихся в практике работы добывающих компаний, научных и проектных организаций [14]. Особо стоит отметить, что в процессе планирования работ, итоги, представленные в GEOTECH-3D как участки микроразрушений, дают возможность определению реакцию горных образований на приложенные действия [15, с. 27].

Также следует подчеркнуть, что использование информационной системы MINEFRAME покрывает значительный спектр научных и коммерческих задач, в частности, в области аргументации применения определенных технологий выполнения открытых и подземных работ. Это включает в себя анализ технико-экономических аспектов методов добычи природных ресурсов. Реализация данных задач способствует расширению возможностей MINEFRAME, которая в настоящее время включает в себя более 200 инструментов для автоматизации многих аспектов геотехнологических процессов.

Обсуждение

В рамках внедрения достижений «Индустрии 4.0» особо следует сказать об искусственном интеллекте (ИИ), который становится неотъемлемым элементом современной промышленной эпохи, внедряясь с целью оптимизации производственных процессов. От систем мониторинга до автономных решений применение искусственного интеллекта в промышленности играет ключевую роль в создании более устойчивых, гибких и адаптивных производственных экосистем. Основная роль ИИ заключается в создании интеллектуальных систем, способных автоматизировать и улучшать ряд операций на производстве. Алгоритмы машинного обучения и нейронные сети используются для анализа данных, выявления паттернов и принятия автономных решений на основе накопленного опыта [16].

В контексте оптимизации, ИИ предоставляет возможность прогнозирования и предсказания потенциальных сбоев или простоев в производственных циклах. Это позволяет компаниям принимать предупреждающие меры, минимизируя временные и финансовые потери. Кроме того, ИИ способен адаптироваться к изменяющимся условиям, оптимизируя параметры процессов в реальном времени. Такой подход содействует повышению общей эффективности и конкурентоспособности предприятий в условиях динамичного промышленного

Ключевым элементом роли ИИ в оптимизации производственных процессов является также улучшение качества производства. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать данные о качестве продукции и выявлять тенденции, которые могут быть упущены человеческим взглядом. Это способствует более точному контролю за процессами производства, снижению доли брака и повышению общей надежности выпускаемой продукции.

Еще одним важным аспектом является оптимизация расходов и ресурсов. Искусственный интеллект способен анализировать данные по эффективности использования ресурсов, таких как энергия, сырье и трудовые ресурсы. Это позволяет оптимизировать расходы, сокращать потребление ресурсов и создавать более устойчивые и экологически эффективные производственные процессы [17].

Таким образом, роль искусственного интеллекта в оптимизации производственных процессов простирается от автоматизации и предсказания до улучшения качества и эффективного использования ресурсов, обеспечивая промышленным предприятиям инновационные решения для достижения конкурентного преимущества.

Еще одной перспективой развития искусственного интеллекта является его применение в автомобильной промышленности. Беспилотные автомобили, оснащенные системами искусственного интеллекта, могут значительно улучшить безопасность на дорогах и снизить количество аварий. Они

способны распознавать и анализировать данные с помощью различных датчиков и камер, а также принимать решения на основе этих данных. Беспилотные автомобили также могут значительно улучшить мобильность людей с ограниченными возможностями или пожилых людей, предоставляя им возможность самостоятельно перемещаться на значительные расстояния. Кроме того, весьма перспективно использование беспилотных транспортных средств в карьерах и рудниках для перевозки породы и выполнения других задач. И в настоящее время на белорусском автомобильном заводе создан опытный образец такого самосвала. Наименование модели данного самосвала БелАЗ-7513R, грузоподъемность составляет 130 тонн. Сейчас Белорусский автозавод совместно с российской группой компаний «Цифра» проводят его всесторонние испытания в условиях действующих горнодобывающих предприятий. Теоретически беспилотники эффективнее машин под управлением человека примерно на треть, особенно при эксплуатации в агрессивных средах, таких как запыленность, холод, действие повышенной радиации, опасность обрушения горных пород и др. Беспилотные самосвалы планируется внедрять в технологические процессы добывающих предприятий постепенно, и первая партия таких БелАЗов будет работать в Хакасии.

Однако необходимо признать, что широкое внедрение искусственного интеллекта (ИИ) на промышленных предприятиях сопряжено с рядом вызовов и проблем, требующих внимательного анализа и решения. Одной из ключевых проблем является сложность интеграции ИИ с существующими технологическими системами. Старые производственные линии и оборудование могут не быть готовыми к адаптации к современным технологиям, что создает трудности в процессе внедрения интеллектуальных систем.

Другой проблемой является нехватка квалифицированных кадров, способных эффективно управлять искусственными интеллектуальными системами. Работа с большими данными, технологиями машинного обучения и системами искусственного интеллекта требует особой подготовки, и не все компании готовы к оперативному обучению таким навыкам собственных кадров.

Третьей ключевой проблемой в настоящее время является критичность доступа к передовым цифровым технологиям. Сегодня в РФ крайне мало собственных передовых разработок в сфере цифровизации, а практически все критические цифровые технологии находятся под контролем американских корпораций. Но из-за усиливающегося санкционного давления со стороны стран Запада доступ к таким разработкам весьма ограничен и в дальнейшем при сохранении экономических санкций может быть прекращен совсем. Поэтому необходимо сосредоточить усилия на создании собственных разработок в области передовых цифровых продуктов и технологий и активнее внедрять уже имеющиеся российские технологии.

Кроме того, вопросы безопасности данных и конфиденциальности информации являются важным аспектом при использовании искусственного интеллекта для решения производственных задач. Сбор и анализ больших объемов данных требуют строгих мер безопасности, чтобы предотвратить утечки конфиденциальной информации и гарантировать защиту чувствительных данных о производственных процессах.

Также проблемой в широком внедрении искусственного интеллекта и других достижений «Индустрии 4.0» в традиционных отраслях промышленности являются сложности с привлечением в проекты крупных частных инвесторов, в частности, в связи с высокими рисками, недостаточной проработанностью условий ведения бизнеса в России, наличием высокого регуляторного давления со стороны силовых и контролирующих органов власти и отсутствием стабильных и предсказуемых правил игры.

Заключение.

В связи с вышесказанным, возрастает актуальность исследования возможных путей решения возникающих и потенциальных проблем расширения цифровой трансформации производственной сферы и внедрения технологий «Индустрии 4.0» в производство. Несмотря на данные проблемы, использование цифровых решений в традиционных отраслях промышленности имеет решающее

значение для повышения эффективности производства, оптимизации ресурсов и принятия обоснованных стратегических решений. В целом, необходимо отметить, что реализация программы цифровизации промышленного сектора является весьма амбициозной и важной задачей и является важной составляющей устойчивого и поступательного развития российской экономики. И в частности, применительно к горнодобывающим предприятиям, использование достижений «Индустрии 4.0» позволит значительно повысить эффективность и безопасность добычи полезных ископаемых, а также снизить затраты на производство единицы продукции. Но согласно мнению многих экспертов, в России в настоящее время вероятно достижение высокой степени автоматизации горных работ с применением цифровых решений, но в ближайшем будущем полноценная замена ручного труда невозможна с экономических и организационных позиций [18, с. 64]. Таким образом, внедрение новых технологий требует тщательного планирования и рассмотрения, чтобы определить конкретные потребности и цели организации, а также оценить возможные риски и затраты.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что в современных российских компаниях внедрение цифровых технологий стало необходимостью для повышения конкурентоспособности и рентабельности бизнеса, освоения новых направлений и расширения производственного потенциала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фримен С. Континентальные, национальные и субнациональные инновационные системы – взаимодополняемость и экономический рост // Политика в области исследований. 2002. Том 31. № 2. С. 191-211.
2. Carlsson B. Internationalization of innovation systems: A survey of the literature Research Policy. 2006. № 35, 1. pp. 56–67.
3. Baumol W. (2003) Prize Lecture [Electronic resource]. URL: <https://www.e-award.org/wp-content/uploads/William-J-Baumol-Prize-Lecture.pdf> (дата обращения: 20.11.2023)
4. Климанов Д., Третьяк О. Взаимосвязь исследования бизнес-моделей и маркетинга: новый сетевой подход к анализу бизнес-моделей // Журнал делового и промышленного маркетинга. 2019. Том 34 (1), с. 117-136.
5. Ansong E., Boateng R. Surviving in the digital era — Business models of digital enterprises in a developing economy.// Digital Policy, Regulation and Governance. 2019. 21(2), 164–178. <https://doi.org/10.1108/DPRG-08-2018-0046>
6. Юдина Т.Н., Купчишина Е.В. Формирование институциональной инфраструктуры «цифровой экономики» в Российской Федерации.// Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2019. Т.12. №4. С.9-19.
7. Сахапова Т.С., Исмагилов Т.Ш., Тихонов В.А. Цифровой двойник производства как этап новой цифровой бизнес-модели промышленного предприятия.// Горная промышленность. 2023. №2. С.62-68.
8. Балашов А.М. Использование достижений «Индустрии 4.0» в бизнесе современных горнодобывающих компаний.// Горная промышленность. 2023. № 5. С.34-36.
9. Стадник Д.А., Габараев О.З., Стадник Н.М., Григорян К.Л.. Повышение качества цифровых «двойников» горнодобывающих предприятий на базе стандартизации атрибутивного наполнения технологических 3D-моделей в ГГИС. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 11-1. С. 202-212.
10. Доррер, М. Г. Реализация цифрового двойника бизнес-процессов на базе системы ELMA.// ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2021. № 1(17). С. 35-43.
11. Головцова, И. Г., Ким А.А. Цифровой двойник как инструмент повышения эффективности и качества бизнес-процессов. // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 11-1(93). С. 85-94.
12. Казаков, О. Д., Азаренко Н.Ю. Цифровые двойники бизнес-процессов: пространственно-временной слой.// Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 4-2. С. 60-67.
13. Балашов А.М. Перспективы использования цифровых решений и возможностей «Индустрии 4.0» в производственных процессах предприятий горной промышленности. // Теоретическая экономика. 2024. № 2. С. 46-53.
14. Майнфрэйм: Система автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ. GEOTECH-3D. Книга I. Общие функции. Руководство пользователя. URL: https://www.prin.ru/images/documents/instrukcii/credo/mainframe/majnfrejlm_7_0_kniga_i_obwie_funkcii.pdf?ysclid=lvpgk2ecuf682383954 (дата обращения: 05.04.2024 г.).
15. Пономарев, К. С., Феофанов А.Н., Гришина Т.Г. Стратегия цифрового двойника производства как метод цифровой трансформации предприятия.// Вестник современных технологий. 2019. № 4(16). С. 23-30.
16. Болотова, Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: Учебник / Л.С. Болотова. - М.: Финансы и статистика, 2012. - 664 с.
17. Гаврилова, А.Н. Системы искусственного интеллекта / А.Н. Гаврилова, А.А. Попов. - М.: КноРус, 2011. - 248 с.
18. Шпак, П. С. Концепция цифровых двойников как современная тенденция цифровой

экономики / П. С. Шпак, Е. Г. Сычева, Е. Е. Меринская // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2020. Т. 18, № 1. С. 57-68.

Digitalization and implementation of industry 4.0 technologies in the business processes of enterprises in traditional sectors of the economy

Balashov Alexey Mikhailovich

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

E-mail: Ltha1@yandex.ru

Abstract. This article is devoted to the issues of transition to «Industry 4.0» technologies at enterprises of traditional sectors of the economy. The introduction of Industry 4.0 achievements sets trends for transformation and significant improvement of production processes in order to increase their efficiency and safety. The author examines the issues of integrating digital solutions into the technological processes of enterprises and the use of artificial intelligence, which is becoming an integral element of the modern industrial era. The main role of artificial intelligence is to create intelligent systems capable of automating and improving a number of operations in production. At the same time, the possibilities and prospects of using artificial intelligence are considered, and the main challenges and problems associated with the introduction of artificial intelligence into the production processes of industrial enterprises are analyzed. In general, the application of key aspects of Industry 4.0 is a complex process in the field of science, technology and technology, and in this regard, the relevance of researching possible ways to solve emerging and potential problems of expanding the digital transformation of the manufacturing sector and the introduction of Industry 4.0 technologies into production is increasing.

The purpose of this article is to show the relevance and timeliness of the use of digital solutions in business processes, to analyze the possibilities of using the achievements of Industry 4.0 in enterprises of traditional industries and to consider the challenges and problems that arise. As a result of the analysis, it can be concluded that in modern Russian companies, the introduction of digital technologies has become a necessity to increase the competitiveness and profitability of business, develop new directions and expand production potential.

Keywords: business processes, integration, digital solutions, IT technologies, competitiveness, technological processes