

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В РАЗВИТИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ В ИНДУСТРИИ 4.0

И.Ф. Юлдашев, магистрант

Н.Н. Воронина, магистрант

С.В. Маркова, канд. экон. наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (Россия, г. Казань)

DOI:10.24412/2500-1000-2024-3-4-235-239

Аннотация. *Мировая экономика в условиях четвертой промышленной революции сталкивается с постоянными преобразованиями. Концепция «Индустрии 4.0», зародившаяся в Германии, очень быстро набирает обороты в промышленности по всему миру. Она открыла и продолжает открывать новые возможности и вызовы для производственных систем большинства предприятий. В данной статье рассмотрены основные проблемы и перспективы развития производственных систем, с которыми сталкиваются предприятия в настоящее время, а также приведены примеры успешной интеграции инновационных подходов развития производственных систем.*

Ключевые слова: *Индустрия 4.0, цифровые технологии, киберфизические системы, автоматизация, искусственный интеллект, кибербезопасность.*

Термин «Индустрия 4.0» впервые был упомянут на Ганноверской промышленной ярмарке в 2011 году. По инициативе правительства Германии, были предложены идеи цифровизации промышленности для повышения конкурентоспособности. Основные предложения заключались в интеграции киберфизических систем в производственные процессы, что позволило бы создать «умные» заводы, способных адаптироваться к изменяющимся условиям в режиме реального времени.

Эта концепция быстро распространилась за пределы Германии и стала глобальным трендом. Многие страны разработали собственные стратегии и программы развития передовых производственных технологий. Например, в США в 2014 году была запущена программа «Advanced manufacturing partnership», в Китае в 2015 году принята программа «Made in China 2025», в Японии в 2016 году стартовала инициатива «Society 5.0». Данные стратегии нацелены на ускорение цифровой трансформации промышленности, повышение конкурентоспособности национальных экономик и решение социальных и экологических проблем.

Термин «Индустрия 4.0» часто используется наряду с понятием «четвертая промышленная революция», однако эти концепции не являются полностью идентичными. Согласно определению Мирового экономического форума, четвертая промышленная революция – это масштабная трансформация экономических и социальных систем, включающих не только цифровую трансформацию Индустрии 4.0, но и достижения в области биотехнологий, точной медицины, новых материалов, нейротехнологий и энергетики [1].

В.В. Кутырев и А.Н. Дырдонова рассматривают Индустрию 4.0 как совокупность проектов четвертой промышленной революции, которые основываются на цифровых технологиях и активно внедряются в производственные процессы [2]. Л.В. Лapidус относит к Индустрии 4.0 все технологии, в основе которых лежат цифровые решения: роботы, дроны, блокчейн, искусственный интеллект и др. [3].

На промышленных предприятиях «Индустрия 4.0» предполагает внедрение цифровых технологий в процессы производства и управления, росту самостоятельности и адаптивности производственных систем.

Отличительными чертами предприятий Индустрии 4.0 являются: широкое применение искусственного интеллекта и автоматизации; гибкость и способность быстро перестраивать производство; управление жизненным циклом изделий и «виртуализация» производства (использование цифрового двойника); индивидуализация рабочих мест; безопасность и экологичность производства.

Переход к Индустрии 4.0 сопровождается рядом вызовов, с которыми сталкиваются предприятия. Во-первых, цифровая трансформация требует изменения производственных процессов и моделей управления предприятием. Как отмечает Л.В. Лapidус, технологии Индустрии 4.0 приводят к «новым масштабным трансформациям» [3]. Внедрение инноваций должно затрагивать не только производство, но и корпоративную культуру, стратегию развития компании. Многим предприятиям может потребоваться широкий реинжиниринг процессов и организационной структуры.

Во-вторых, с ростом цифровизации и соединения промышленного оборудования к сети Интернет возникают риски в области кибербезопасности. Предприятиям необходимо внедрять системы защиты данных, контролировать информационные потоки и обучать сотрудников основам кибербезопасности.

В-третьих, переход к Индустрии 4.0 существенно меняет требования к персоналу. Сотрудникам требуется осваивать новые цифровые компетенции для работы в автоматизированной среде. Как отмечает Л.В. Лapidус, «ключевой ограничитель сегодня – быстрое обесценивание знаний. Полуразпад компетентности оценивается в 1,5 года» [3]. Компаниям необходимо постоянно инвестировать в переобучение персонала, взаимодействовать с вузами для подготовки кадров с релевантными навыками.

В-четвертых, развитие цифровизации производственных систем требует пересмотра подходов к управлению ресурсами. Предприятиям нужно обеспечить бережливое расходование материалов и энергии. Для этого необходимо внедрять интеллект-

туальные системы планирования ресурсов, и оптимизации производственных процессов на базе технологий больших данных и машинного обучения.

Не смотря на серьезные вызовы, многие предприятия уже успешно внедряют технологии Индустрии 4.0 в производственные процессы:

1) Автомобильный концерн «Daimler AG» в Штутгарте использует автоматизированную систему, которая анализирует данные для улучшения качества головки цилиндров и предотвращает ошибки на производстве. Данная система использует датчики и алгоритмы машинного обучения для мониторинга процесса производства в режиме реального времени. Собранные данные анализируются для выявления потенциальных проблем и оптимизации производственных параметров. Благодаря этому удается снизить количество дефектов и повысить эффективность производства.

2) Химический концерн «BASF Societas Euroraеа» в Людвигсхафене разработал систему раннего предупреждения для быстрого техобслуживания насосов, теплообменников и производственных установок. Для этого используются сенсоры и передовые методы анализа данных для предиктивного обслуживания оборудования. Она непрерывно следит за состоянием критически важных компонентов и выявляет признаки потенциальных неисправностей до их возникновения. Благодаря этой системе планирование технического обслуживания проводится заблаговременно, сводя к минимуму незапланированные простои производства.

3) Немецкий автомобильный концерн «Volkswagen» применяет технологию радиочастотной идентификации (RFID), которая позволяет мгновенно собирать данные с разных элементов испытательных машин. RFID-метки прикрепляются к ключевым компонентам и узлам испытательных стендов. С помощью RFID-считывателей инженеры могут быстро и точно идентифицировать каждый элемент, получая доступ к его истории, техническим характеристикам и другим важным данным. Затем эта информация анализиру-

ется для изучения рабочих параметров прототипа и выявления областей для улучшения. Кроме того, RFID-технология используется и для отслеживания деталей и готовых автомобилей на всех этапах производства и логистики, обеспечивая прозрачность и эффективность всей цепочки поставок.

Российские промышленные предприятия также активно внедряют технологии Индустрии 4.0. Министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров заявил, что к 2035 году в России планируется создать 40 «умных фабрик», характеризующихся «безлюдным» производством на основе роботов и искусственного интеллекта.

Для достижения целей создания «умных фабрик» в России реализуется ряд государственных инициатив и программ поддержки. Так, Министерство промышленности и торговли РФ запустило проект «Цифровая промышленность», нацеленный на разработку и внедрение цифровых решений на предприятиях. В его рамках создаются «цифровые двойники», внедряются технологии промышленного интернета вещей, большие данные и искусственный интеллект [4].

В 2017 г. была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», которая должна создать условия для развития цифровых технологий в промышленности и других отраслях [2]. Также реализуется Национальная технологическая инициатива (НТИ) – программа мер по поддержке перспективных отраслей, которые станут основой мировой экономики в ближайшие 20 лет.

Для ускорения инновационного развития промышленности созданы специальные институты – Агентство стратегических инициатив, Фонд развития промышленности, Фонд «Сколково», которые оказывают поддержку высокотехнологичным проектам и стартапам на разных стадиях.

Первопроходцами по внедрению идей «Индустрии 4.0» в России считают банки и нефтяные компании, постепенно к идее «умного производства» начали приходить и крупные промышленные предприятия:

1) ПАО «Газпром нефть» активно внедряет цифровые технологии в свои производственные процессы. Компания использует предиктивную аналитику и машинное обучение для оптимизации добычи нефти, а также применяет беспилотные летательные аппараты для мониторинга трубопроводов и других объектов инфраструктуры. «Газпром нефть» также развивает собственную цифровую платформу для управления логистикой и снабжением;

2) ПАО «Северсталь», один из крупнейших производителей стали в России, реализует проект «Цифровая фабрика», направленный на комплексную цифровизацию производства. Компания внедряет интеллектуальные системы управления производством, роботизированные комплексы и технологии промышленного интернета вещей. Ожидается, что к 2025 году доля продукции, произведенной с помощью цифровых технологий, достигнет 50%;

3) Госкорпорация «Ростех» запустила проект «Цифровая промышленность», нацеленный на разработку и внедрение цифровых решений на предприятиях корпорации. В рамках проекта создаются «цифровые двойники» производств, внедряются технологии промышленного интернета вещей, большие данные и искусственный интеллект. Пилотные проекты реализуются на таких предприятиях, как ОАК, ОДК, «Вертолеты России», КАМАЗ и др.;

4) ОАО «РЖД» также активно внедряет цифровые технологии. Компания развивает проекты «Цифровая железная дорога» и «Умный вокзал», которые предполагают внедрение интеллектуальных систем управления движением, предиктивного ремонта инфраструктуры, автоматизации вокзальных процессов и услуг для пассажиров. РЖД также экспериментирует с технологиями беспилотного управления поездами.

Кроме того, внедрением технологий Индустрии 4.0 выделяются и предприятия Республики Татарстан. В Республике реализуются проекты по цифровой трансформации предприятий нефтехимии, машиностроения и других отраслей. Первопро-

ходцами по внедрению технологий Индустрии 4.0 в республике стали «Татнефть», КАМАЗ, «Нижекамскнефтехим» и др.

По данным Министерства промышленности и торговли Республики Татарстан, регион демонстрирует значительный рост в секторе высоких технологий, что подтверждается рядом успешных проектов и внедрением передовых технологических решений на предприятиях:

1) «Сетевая компания» реализует проекты по созданию интеллектуальных сетей, внедрению систем интеллектуального учета электроэнергии и автоматизации подстанций;

2) одной из первых пилотных площадок Татарстана по внедрению «Индустрии 4.0» стала Казанская ТЭЦ-3. На станции внедрена система удаленного мониторинга и диагностики оборудования, что позволяет повысить надежность и эффективность работы ТЭЦ;

3) в Иннополисе активно развивают проекты в сфере Индустрии 4.0, такие как робототехника, искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей;

4) особая экономическая зона «Алабуга» также характеризуется своей адаптацией к Индустрии 4.0. Например, завод «Тракия Гласс Рус» применяет роботизированные линии и системы удаленного мониторинга оборудования;

5) ПАО «КАМАЗ» успешно реализует проект «Индустрия 4.0», который предполагает цифровизацию производства, внедрение роботов, интернета вещей, системы управления жизненным циклом изделия.

Таким образом, Индустрия 4.0 открывает огромные возможности для повышения эффективности и непрерывного развития промышленных предприятий. Несмотря на вызовы, связанных с реинжинирингом производственных процессов, обеспечением кибербезопасности и развитием компетенций персонала, передовые предприятия, осваивающие Индустрию 4.0, уже демонстрируют впечатляющие результаты. Для максимального освоения потенциала четвертой промышленной революции предприятиям необходимо разработать комплексные стратегии цифровой трансформации, инвестировать в новые технологии и развитие персонала.

Библиографический список

1. Белова, Л.Г. Индустрия 4.0: возможности и вызовы для мировой экономики / Л.Г. Белова, О.М. Вихорева, С.Б. Карловская // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2018. – № 3. – С. 167-183. – EDN XTBAST.

2. Галямов, Р.А. Концепция автоматизированного формирования производственных заданий в системах планирования и управления класса MES / Р.А. Галямов, А.А. Трутнева, Н.А. Лунев // Международный форум Kazan Digital Week-2022: Сборник материалов Международного форума, Казань, 21-24 сентября 2022 года / Под общей редакцией Р.Н. Минниханова. – Казань: Научный центр безопасности жизнедеятельности, 2022. – С. 166-171. – EDN ELZLSP.

3. Перспективы развития электронного бизнеса и электронной коммерции: Материалы IV Межфакультетской научно-практической конференции молодых ученых, Москва, 13 декабря 2017 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (экономический факультет), 2018. – 72 с. – ISBN 978-5-906783-95-0. – EDN UXJLTW.

4. Сакал, П. Проект концепции применения устойчивых системных последствий четвертой промышленной революции на промышленных предприятиях Словацкой Республики / П. Сакал, М. Халажова // Вопросы территориального развития. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 3. – DOI 10.15838/tdi.2020.1.51.3. – EDN WSTPMZ.

5. Кутырев В.В., Дырдонова А.Н. Применение инструментов «Индустрии 4.0» и разработка мероприятий повышения экономической эффективности промышленного предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – №11-1 (93). – С. 229-233.

6. Фонтана К.А., Ерзкян Б.А. «Умная фабрика» и ключевые технологии Индустрии 4.0 (обзор) // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2022. – №4. – С. 53-67.

7. Барсегян Н.В., Зарипова Р.Р. Методические подходы к исследованию эффективности внедрения концепции Индустрии 4.0 // Известия Самарского научного центра РАН. – 2021. – №6. – С. 47-51.

8. Шваб Клаус. Четвертая промышленная революция / пер. с англ. – М.: Издательство «Э», 2017. – С. 16.

**INNOVATIVE APPROACHES IN THE DEVELOPMENT
OF PRODUCTIONS SYSTEMS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
IN INDUSTRY 4.0**

I.F. Yuldashev, *Graduate Student*

N.N. Voronina, *Graduate Student*

S.V. Markova, *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

**Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI
(Russia, Kazan)**

***Abstract.** The world economy is facing constant transformation in the fourth industrial revolution. The concept of "Industry 4.0", which originated in Germany, is gaining momentum very quickly in industries around the world. It has opened and continues to open up new opportunities and challenges for the production systems of most companies. This article considers the main problems and prospects for the development of production systems that enterprises are currently facing, as well as examples of successful integration of innovative approaches to the development of production systems.*

***Keywords:** Industry 4.0, digital technologies, cyber-physical systems, automation, artificial intelligence, cybersecurity.*