

DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2023.45.87.009

Э. Анвар-оглы Гулиев

**ЭТАПЫ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПО РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ КОНЦЕПЦИИ
«ИНДУСТРИЯ 4.0»**

Аннотация

В статье рассмотрены современные структурные компоненты Индустрии 4.0. Автор углубляется в этапы реализации концепции на высокотехнологичных промышленных предприятиях и устанавливает модель реализации идеи. Анализируется подход к реализации Индустрии 4.0 в рамках функций высокотехнологичных промышленных предприятий. Разъясняются основные направления совершенствования модели реализации в будущем.

Ключевые слова

Высотехнологичные промышленные предприятия, концепция «Индустрия 4.0», этапы концепции, методическое обеспечение, референсные модели, эталонная функциональная модель, концепция информатизации, полный жизненный цикл.

E. Anvar-ogly Guliyev

**STAGES AND METHODOLOGICAL SUPPORT OF ACTIVITIES
OF HIGH-TECH INDUSTRIAL ENTERPRISES FOR IMPLEMENTATION
OF TECHNOLOGICAL DIRECTIONS OF INDUSTRY 4.0 CONCEPT**

Annotation

Article discusses structural components of Industry 4.0. Author delves into the stages of implementation of concept at high-tech industrial enterprises and establishes a model for implementation of idea. Analyzes the approach to implementation of Industry 4.0 within functions of high-tech industrial enterprises. The main directions of improving the implementation model in the future are explained.

Keywords

High-tech industrial enterprises, concept of Industry 4.0, stages of concept, methodological support, reference models, reference functional model, concept of informatization, full-life cycle.

Введение

Концепция «Индустрия 4.0» становится все более актуальной в последние годы, поскольку она открывает новую эру технологического прогресса в промышленном секторе. В авангарде этого развития находятся высокотехнологичные промышленные предприятия, которые стремятся внедрять новые технологии для повышения эффективности, производительности и конкурентоспособности.

Общепринятая концепция этапов промышленной революции не приписывается ни одному автору, она используемая историками, экономистами и учеными для описания основных технологических и экономических сдвигов, произошедших за последние несколько столетий. Категоризация четырех этапов основана на значительных изменениях в технологии, методах производства и социальных структурах, которые происходили в течение каждого периода.

На первом этапе промышленной революции (1760-1840) развивались паровая энергия, текстильные фабрики и фабрики, что привело к повышению производительности и экономическому росту. Вторая промышленная революция (1870-1914) характеризовалась внедрением электричества, массового производства и конвейера. Третья промышленная революция (1960-2000-е) отмечена развитием компьютерных технологий, автоматизации и интернета. Четвертая промышленная революция (2010-е гг. по настоящее время) включает в себя интеграцию таких технологий, как искусственный интеллект, робототехника и интернет вещей, которые меняют наш образ жизни и работу. Индустрия 4.0 относится к четвертой промышленной революции, которая включает интеграцию передовых технологий, таких как искусственный интеллект, интернет вещей, автоматизация и анализ данных, в производственные и промышленные процессы [1, 2, 6].

В эпоху промышленных революций накопление потенциала для последующей индустриализации способствовало

росту производительности труда. Однако уровень технологической готовности определял внедрение технических средств индустриализации [3, 11].

Ярким примером влияния индустриализации на экономический рост является взрывной рост экономики стран Юго-Восточной Азии, которые получили передачу производства из Японии, Южной Кореи и Китая. Это повысило их производительность и инвестиции в лицензионное производство благодаря низкооплачиваемой рабочей силе и растущему доступу к рынку [5].

Однако экономический рост замедлился, а производственные затраты в Китае, крупнейшей промышленной площадке мира, растут, что вынуждает корпорации искать альтернативные методы поддержания производительности и прибыльности, что может помочь компаниям преодолеть трудности ловушки среднего дохода и поддержать свой рост [6, 7].

Недавнее развитие цифровых технологий и бизнес-моделей позволило радикально повысить эффективность производства даже в странах «старого мира». С новыми инструментами и стратегиями компании могут производить товары и услуги быстрее и с меньшими потерями, что приводит к повышению производительности и прибыльности.

Обсуждение

Реализация Индустрии 4.0 считается ключом к достижению желаемых результатов. В целом такой подход может дать значительные преимущества компаниям, стремящимся улучшить свои производственные процессы и сохранить прибыльность в условиях постоянно меняющейся экономики [6, 11].

Концепция впервые представлена в Германии в 2011 г. и быстро привлекла внимание как революционный подход к модернизации обрабатывающей промышленности. К 2013 г. группа экспертов из научного сообщества, промышленных компаний и государственных учреждений объединилась для разработки комплексного плана внедрения Индустрии 4.0.

В заключительном отчете группы, подготовленном Х. Кагерманном, В. Вальстером и Й. Хельбигом, были установлены основополагающие принципы Индустрии 4.0, включая интеграцию передовых технологий в производственные процессы. В отчете подчеркивается важность сотрудничества между различными заинтересованными сторонами в обрабатывающей промышленности (промышленные компании, исследовательские институты и государственные учреждения) для повышения эффективности, производительности и гибкости на протяжении всего производственного процесса.

В целом отчет рабочей группы сыграл важную роль в формировании развития Индустрии 4.0. Он предоставил четкую дорожную карту для модернизации

обрабатывающей промышленности и помог Германии стать лидером в этой области [6, 8].

По своей сути Индустрия 4.0 – это цифровизация всего производственного процесса, от проектирования и планирования до производства, логистики и предоставления услуг. Цель состоит в том, чтобы создать умную фабрику, где машины, системы и продукты могут взаимодействовать друг с другом, делая весь процесс быстрее, эффективнее и гибче. Это эпоха умного производства, когда машины, устройства и люди связаны между собой, а данные используются для повышения эффективности, производительности и качества [4, 6, 10]. На рисунке 1 представлены ключевые технологии, стимулирующие Индустрию 4.0 [6-11].

3D Printing	⇒	аддитивные технологии
Big Data	⇒	большие данные
Location Detection Technologies	⇒	геоинформационные системы
Augmented reality	⇒	дополненная реальность
Smart Sensors	⇒	интеллектуальные датчики
Internet of Things, IoT	⇒	интернет вещей
Artificial Intelligence	⇒	искусственный интеллект
Cybersecurity	⇒	кибербезопасность
Machine Learning	⇒	машинное обучение
Mobile Devices	⇒	мобильная электроника
Mobile Computing	⇒	мобильные вычисления
Cloud Computing	⇒	облачные вычисления
Customer Profiling	⇒	персонализация профиля клиента
Predictive Analytics	⇒	предиктивная аналитика
Advanced Robotics	⇒	продвинутая роботизация
Advanced Human-Machine Interfaces	⇒	развитый человеко-машинный интерфейс
Blockchain	⇒	распределённые реестры
Social Web	⇒	социальные сети
Augmented Reality	⇒	технологически развитые здания
Smart Grid	⇒	интеллектуальные сети электроснабжения
Energy Efficiency	⇒	энергоэффективность

Рисунок 1 – Технологические направления концепции «Индустрия 4.0»

Индустрия 4.0 трансформирует целый ряд отраслей, включая производство, здравоохранение, транспорт и энергетику, стимулирует инновации, повышает безопасность и качество, а также снижает затраты, что делает ее ключевым фактором экономического роста и конкурентоспособности.

Видение Индустрии 4.0 представляет собой набор различных эталонных архитектурных моделей, структур, рекомендаций, руководств и подходов в различных методологических форматах. Официальный портал концепции содержит значительную часть основных материалов, при этом заинтересованные организации могут разрабатывать и публиковать свои расширенные материалы исходя из своих научных, управленческих и технологических компетенций [5, 6, 10].

Россия представила свое видение Индустрии 4.0 на Ганноверской выставке в апреле 2017 г., сосредоточив внимание на интернете вещей, цифровом дизайне, моделировании, аддитивном производстве и роботизированном производстве. Также был представлен высокотехнологичный проект 4.0.RU, разработанный четырьмя компаниями («СТАН», «Сименс», «Лаборатории Касперского» и НПП «Ителма»), – российский аналог концепции Индустрии 4.0 [6, 7].

Основной целью Индустрии 4.0 является снижение производственных затрат и увеличение выручки от продаж за счет более глубокой кастомизации выпускаемых образцов, что ведет к расширению охвата рынка. Однако важно отметить, что некоторые тезисы, используемые для описания концепции, носят популистский характер, что приводит к чрезмерной маркетинговой поддержке со стороны крупных промышленных компаний и потенциально влияет на стоимость и спрос на продукцию [6, 9].

Филипп Котлер [11] формализовал в 2010 г. парадигму «Маркетинг 3.0» – маркетинговую парадигму, ориентированную на удовлетворение потребностей клиентов и продвижение социальной от-

ветственности и устойчивого развития. Котлер утверждал, что предприятия должны сместить акцент с удовлетворения потребностей клиентов на их ценности и эмоции. При этом Котлер также признал важность передовых технологий, таких как искусственный интеллект, автоматизация и анализ данных, в современном маркетинге.

Сочетание Индустрии 4.0 и Маркетинга 3.0 может привести к более эффективным и действенным маркетинговым стратегиям. Например, анализ данных и автоматизация могут помочь компаниям анализировать поведение и предпочтения клиентов, что позволит им персонализировать свои маркетинговые кампании и повысить качество обслуживания клиентов. Исходя из этого парадигма Котлера «Маркетинг 3.0» и концепция «Индустрия 4.0» дополняют друг друга, поскольку обе они признают важность передовых технологий и социальной ответственности в современном бизнесе и маркетинговой практике.

Концепция информатизации является важнейшим компонентом реализации Индустрии 4.0, поскольку предлагает основу для внедрения новейших технологий в деятельность предприятия. В этом контексте концепция информатизации представляет собой интеграцию передовых технологий, таких как интернет вещей (IoT), облачные вычисления и искусственный интеллект.

Концепция информатизации позволяет высокотехнологичным промышленным предприятиям собирать и анализировать огромные объемы данных, генерируемых их операциями, для получения информации и принятия обоснованных решений. Этот подход предполагает использование датчиков и других устройств для контроля каждого аспекта производственного процесса, от сырья до готовой продукции. Собранные данные затем обрабатываются и анализируются с использованием передовых алгоритмов и методов машинного обучения для выявления закономерностей, обнаружения

аномалий и оптимизации производственного процесса.

С помощью облачных вычислений и других технологий данные можно хранить и получать к ним доступ из любого места, что позволяет предприятиям принимать решения в режиме реального времени и быстро реагировать на изменения на рынке или в производственных процессах. Кроме того, искусственный интеллект и робототехника могут использоваться для автоматизации многих задач, снижая риск ошибок и повышая эффективность.

Таким образом, концепция информатизации является важнейшим элементом внедрения технологий Индустрии 4.0, т. к. позволяет высокотехнологичным промышленным предприятиям оптимизировать свои процессы и принимать более эффективные решения. Используя передовые технологии для сбора, обработки и анализа данных, предприятия могут получить конкурентное преимущество и оставаться впереди в быстро развивающемся промышленном ландшафте.

Концепция «Индустрия 4.0» может быть реализована на реальных промышленных объектах посредством шести-этапного процесса:

- 1) необходимо принять решение о реализации концепции;
- 2) необходимо разработать программу цифровой трансформации;
- 3) должна быть утверждена программа и выделены ресурсы;
- 4) необходимо реализовать пилотные проекты для проверки концепции;
- 5) следует проанализировать результаты пилотных проектов;
- 6) концепция должна быть полностью реализована [1, 3, 6, 9].

Указанные технологические направления и этапы не являются исчерпывающими или однородными из-за быстрого развития технологий, что затрудняет классификацию всех потенциально применимых технологий и этапов.

Глобальные стандарты ISO и IEC отражают концепцию «Индустрия 4.0».

Однако в России было признано, что реализация этой концепции будет отличаться для каждой отрасли и компании, что требует уникальных финансовых обоснований. Для решения этих задач Росстандарт и ОАО «Российская венчурная компания» (РВК) создали технический комитет по стандартизации под названием ТК 194, занимающийся стандартизацией технологий, связанных с интернетом вещей, большими данными, и саморегулируемое производство [4, 6, 7, 10].

Реализация концепции «Индустрия 4.0» – сложный процесс, предполагающий создание сбалансированной функциональной модели промышленного объекта и оценку готовности технологических площадок. Разработка программы такой реализации требует значительной аналитической работы для выявления оптимальных точек приложения и достижения конечной цели трансформации. Для решения этих проблем необходимо технико-экономическое обоснование выбранного подхода.

Для приоритизации внедрения конкретного решения следует определить уровень готовности технологий Индустрии 4.0 с помощью критериев оценки и весовых коэффициентов. Кроме того, следует учитывать влияние проекта на общую производительность промышленного предприятия, такое как снижение затрат, увеличение доходов и гибкость производства.

Результаты

Успешная реализация Индустрии 4.0 требует тщательного и методичного подхода, учитывающего уникальные особенности каждой отрасли и предприятия при рассмотрении финансовых и экономических обоснований [1, 2, 6, 11].

Один из способов планирования внедрения технологии Индустрии 4.0 на промышленном предприятии – рассматривать ее как механизм. Для этого может быть использована концептуальная эталонная функциональная модель, которая определяет функции, действия и входы/выходы системы или процесса.

Эталонная функциональная модель – это стандартизированная структура, описывающая основные процессы и взаимосвязи, необходимые для эффективной работы конкретной системы или отрасли.

В контексте Индустрии 4.0 можно использовать эталонную функциональную модель для определения ключевых компонентов и процессов, необходимых для успешного внедрения технологии Индустрии 4.0 на промышленном предприятии, что позволит обеспечить учет всех аспектов процесса внедрения и наличие необходимых компонентов для поддержки успешного перехода к технологии Индустрии 4.0. Модель обеспечивает основу для анализа существующих процессов и выявления потенциальных областей для улучшения за счет внедрения новых технологий, а так же помогает визуализировать, как технология может быть интегрирована в функции и деятельность предприятия.

Затем эту модель можно использовать для обеспечения сбалансированной цифровой трансформации предприятия [4, 5, 6].

Для успешного внедрения Индустрии 4.0 в промышленной организации необходимо следовать эффективным принципам управления проектами. Подход Stage-Gate представляет собой структуру, которую можно использовать для управления разработкой новых продуктов, процессов или технологий, путем разбиения процесса разработки на отдельные этапы и оценки прогресса и рисков перед переходом к следующему этапу [11].

Следует использовать модель жизненного цикла, соответствующую этапам внедрения Индустрии 4.0. Эта модель должна включать этапы планирования, проектирования, разработки, тестирования, реализации и обслуживания [6, 8].

Крайне важно использовать проверенные финансовые, экономические механизмы и механизмы технико-экономического обоснования для оценки различных вариантов реализации и учета потенциальных синергий. Группируя про-

екты в программы и портфели на основе взаимодополняемости или синергии, предприятия могут гарантировать, что проекты соответствуют стратегическим целям и задачам, снижая при этом потенциальные риски и увеличивая синергию. Благодаря стратегической реализации промышленное предприятие может получить конкурентное преимущество и добиться значительных преимуществ на рынке [6, 8, 11].

Промышленным предприятиям важно комплексно подходить к внедрению технологий Индустрии 4.0. Подход должен опираться не только на финансово-экономические и программно-проектные методы управления, но и на разнообразные информационные материалы. Эти материалы включают в себя реестр технологий, относящихся к разным направлениям концепции Индустрии 4.0, методы классификации этих технологий, методы их внедрения, методы оценки технологической готовности, требования к профессиональным компетенциям управленческого и исполнительного персонала [1, 3, 5, 6].

Выводы

Благодаря комплексному подходу, промышленные предприятия могут эффективно внедрять технологии Индустрии 4.0 в целях повышения эффективности, производительности и конкурентоспособности предприятия, а также способности идти в ногу с технологическими достижениями в своей отрасли. Кроме того, за счет оценки технологической готовности и обеспечения необходимых компетенций управленческого и исполнительного персонала предприятие может обеспечить успешное внедрение технологий Индустрии 4.0.

Библиографический список

1. Промышленная политика в условиях новой индустриализации : моногр. / под ред. С. А. Толкачева. – М., 2015.
2. Бодрунов, С. Д. Формирование стратегии реиндустриализации России :

моногр. : в 2-х ч. – 2-е изд. – СПб., 2015. – Ч. 1.

3. Бугалин, А. В., Колганов, А. И. Детерминанты социально-классового структурирования общества и их специфика в условиях системных трансформаций // Вопросы философии. – 2019. – № 6. – С. 50-61.

4. Глазьев, С. Ю. Переход к новой идеологии управления глобальным экономическим развитием // Проблемы теории и практики управления. – 2016. – № 6. – С. 9-16.

5. Губанов, С. С. Об экономической модели и долгосрочной стратегии новой индустриализации России // Экономист. – 2016. – № 2. – С. 3-10.

6. Рыжко, А. Л., Сварник, П. Е. Реализация концепции «Индустрия 4.0» как основы развития отечественных высокотехнологичных промышленных предприятий // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 9. – С. 10-18.

7. Серебрякова, Н. А., Петриков, А. В. Принципы проектирования и организации функционирования инновационных инфраструктур в условиях Индустрии 4.0 // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т. 80, № 4. – С. 384-387.

8. Толкачев, С. А., Андрианов, К. Н., Лапенкова, Н. В. Интеллектуальное производство сквозь призму третьей промышленной революции // Мир новой экономики. – 2014. – № 6. – С. 28-38.

9. Трачук, А. В., Линдер, Н. В. Инновационная деятельность промышленных компаний: измерение и оценка эффективности // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 108-121.

10. Шваб, К. Четвертая промышленная революция. – М., 2016.

11. От Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0: основные понятия, измерения и компоненты Индустрии 4.0 / Г. Ше́ве, С. Хю́зиг, Г. И. Гумерова, Э. Ш. Шаймиева // Инвестиции в России. – 2019. – № 9 (296). – С. 32-40.

Bibliographic list

1. Industrial policy in the conditions of new industrialization : monograph / ed. by S. A. Tolkachev. – M., 2015.

2. Bodrunov, S. D. Formation of strategy of reindustrialization of Russia : monograph : in 2 vol. – 2nd ed. – SPb., 2015. – Vol. 1.

3. Buzgalin, A. V., Kolganov, A. I. Determinants of socio-class structuring of society and their specifics in context of systemic transformations // Questions of philosophy. – 2019. – № 6. – P. 50-61.

4. Glazyev, S. Yu. Transition to a new ideology of management of global economic development // Problems of theory and practice of management. – 2016. – № 6. – P. 9-16.

5. Gubanov, S. S. On economic model and long-term strategy of new industrialization of Russia // Economist. – 2016. – № 2. – P. 3-10.

6. Ryzhko, A. L., Svarnik, P. E. Implementation of concept «Industry 4.0» as the basis for development of domestic high-tech industrial enterprises // Innovations and investments. – 2018. – № 9. – P. 10-18.

7. Serebryakova, N. A., Petrikov, A. V. Principles of designing and organizing the functioning of innovative infrastructures in context of Industry 4.0 // Vestnik VGUIT. – 2018. – Vol. 80, № 4. – P. 384-387.

8. Tolkachev, S. A., Andrianov, K. N., Lapenkova, N. V. Intellectual production through the prism of third industrial revolution // World of new economy. – 2014. – № 6. – P. 28-38.

9. Trachuk, A. V., Linder, N. V. Innovative activity of industrial companies: measurement and evaluation of efficiency // Strategic decisions and risk management. – 2019. – Vol. 10, № 2. – P. 108-121.

10. Shvab, K. The Fourth Industrial Revolution. – M., 2016.

11. From Industry 3.0 to Industry 4.0: basic concepts, measurements and components of Industry 4.0 / G. Sheve, S. Huizig, G. Gumerova, E. Shaimieva // Investments in Russia. – 2019. – № 9 (296). – P. 32-40.