

**Долонина Елена
Анатольевна**

ст. преп., соискатель, ФГБОУ
ВО «Казанский национальный
исследовательский техноло-
гический университет», г. Ка-
зань, Российская Федерация
ORCID: 0000-0003-4593-9719
e-mail: elena.dln@mail.ru

**Шинкевич Марина
Владимировна**

д-р экон. наук, ФГБОУ
ВО «Казанский националь-
ный исследовательский тех-
нологический университет»,
г. Казань, Российская Феде-
рация
ORCID: 0000-0002-2808-4272
E-mail: leotau@mail.ru

Elena A. Dolonina

Senior Lecturer, postgraduate
student, Kazan National
Research Technological
University, Kazan, Russia
ORCID: 0000-0003-4593-9719
e-mail: elena.dln@mail.ru

Marina V. Shinkevich

Dr. Sci. (Econ.), Kazan
National Research
Technological University,
Kazan, Russia
ORCID: 0000-0002-2808-4272
E-mail: leotau@mail.ru

СПЕЦИФИКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. Цифровая трансформация в большей степени ориентирована на управленческие аспекты цифровизации. Она связана с масштабным процессом внедрения цифровых технологий и соответствующими организационными преобразованиями. В статье раскрыты особенности проектирования бизнес-процессов нефтехимических предприятий в условиях перехода к цифровой экономике и внедрения новых технологий в процесс производства. Выявлены основные технологии Индустрии 4.0, используемые в химической и нефтехимической промышленности. Проанализированы ключевые технологии и драйверы развития традиционного и цифрового производства, а также барьеры, препятствующие их внедрению. Обобщены ключевые принципы, на которых должна основываться Индустрия 4.0 с целью поддержки принятия эффективных решений в промышленности. Отмечено, что проектирование бизнес-процессов определяется технологией производства. В направлении совершенствования бизнес-процессов существует необходимость более широкого использования систем поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта и экспертных систем. Разработана модель реализации производственных процессов, учитывающая особенности проектирования бизнес-процессов промышленных предприятий в условиях цифровизации экономики. Отличительной чертой представленной модели является сочетание жизненного цикла и потока создания ценности со структурированным подходом к определению компонентов Индустрии 4.0.

Ключевые слова: бизнес-процессы, информационные технологии, нефтехимические предприятия, процессный подход, цифровизация экономики, реинжиниринг, моделирование IDEF₀, Индустрия 4.0

Для цитирования: Долонина Е.А., Шинкевич М.В. Специфика бизнес-процессов нефтехимических предприятий в условиях цифровизации экономики // Вестник университета. 2021. № 4. С. 64–72.

SPECIFICS OF BUSINESS PROCESSES OF PETROCHEMICAL ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF THE ECONOMY

Abstract. Digital transformation is more focused on the management aspects of digitalization. It is associated with a large-scale process of implementing digital technologies and corresponding organizational changes. The article reveals the features of designing business processes of petrochemical enterprises in the context of the transition to the digital economy and the introduction of new technologies in the production process. The paper identifies the main technologies of Industry 4.0 used in the chemical and petrochemical industries. The study analyses the key technologies and drivers of the development of traditional and digital production, as well as the barriers to their implementation. The author summarizes the key principles on which Industry 4.0 should be based in order to support effective decision-making in the industry. The paper notes that the design of business processes is determined by the production technology. In the direction of improving business processes, there is a need for wider use of decision support systems based on artificial intelligence and expert systems. The authors developed a model for the implementation of production processes that takes into account the design features of business processes of industrial enterprises in the conditions of digitalization of the economy. The distinctive feature of the presented model is the combination of the life cycle and the value stream with a structured approach to defining the components of Industry 4.0.

Keywords: business processes, information technologies, petrochemical enterprises, process approach, digitalization of the economy, reengineering, modeling IDEF₀, Industry 4.0

For citation: Dolonina E.A., Shinkevich M.V. (2021) Specifics of business processes of petrochemical enterprises in the context of digitalization of the Economy. *Vestnik universiteta*, no. 4, pp. 64–72. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-4-64-72

Благодарности. Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-2600.2020.6.

Acknowledgements. The study was carried out within the framework of the grant of the President of the Russian Federation for state support of leading scientific schools of the Russian Federation No. NSH-2600.2020.6.

© Долонина Е.А., Шинкевич М.В., 2021.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

© Dolonina E.A., Shinkevich M.V., 2021.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Введение

В последние годы цифровая экономика стала одной из центральных тем обсуждения в научной литературе. В мире все больше внимания уделяется изучению цифровых процессов, которые, как предполагается, способны стать драйверами роста конкурентоспособности предприятий, решить проблему замедления роста производительности труда и экономической стагнации в развитых странах, а также ускорить экономический рост в развивающихся странах. В связи с этим становится важным выявить причины внедрения цифровых технологий на предприятиях.

В промышленности современный этап развития цифровых технологий тесно связан с концепцией Индустрии 4.0. В нашей интерпретации это широкий и многогранный процесс интеграции физических объектов, человеческих субъектов, интеллектуальных машин и производственных линий в единую автоматизированную информационную систему. Отличительными особенностями производства, основанного на передовых технологиях Индустрии 4.0, являются высокая эффективность и глубокий уровень кастомизации выпускаемого продукта.

Целью исследования является выявление особенностей проектирования бизнес-процессов нефтехимических предприятий в условиях перехода к цифровой экономике, внедрения новых технологий в процесс производства.

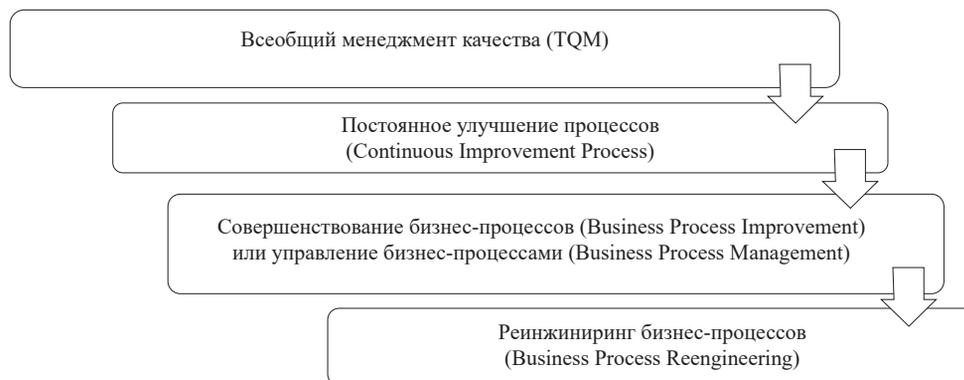
Цифровая трансформация в большей степени ориентирована на управленческие аспекты цифровизации, будучи связанной с масштабным процессом внедрения цифровых технологий и соответствующими организационными преобразованиями.

Литературный обзор

Вопросы трансформации экономики занимают одно из ключевых положений в области повышения эффективности промышленных предприятий в российской и зарубежной научной литературе. В исследованиях Е. Озтемеля, Д. Шальмо, К. А. Уильямса, Л. Бордмана под цифровой трансформацией понимается сетевое взаимодействие предприятий и клиентов во всех сегментах цепочки создания добавленной стоимости на основе применения новых технологий [15; 16]. Основными характеристиками четвертой промышленной революции авторы выделяют внедрение в производство концепций интернета вещей и интернета услуг, что позволяет создавать интеллектуальные фабрики с вертикальной и горизонтальной интеграцией. Особое место уделено киберфизическим системам, возникающим благодаря сложным сетевым отношениям, и интеграции встроенных прикладных систем, элементов инфраструктуры, которые обеспечиваются взаимодействием человека и машины.

Одним из факторов успешной трансформации предприятия в условиях цифровизации является модернизация бизнес-моделей, под которой понимаются полезные концепции, представляющие элементы и отношения в деятельности предприятия с целью планирования, коммуникации или улучшения, поскольку они связывают стратегии развития с бизнес-процессами. Создаваемая ценность обеспечивает дифференциацию от конкурентов, укрепление отношений с клиентами и достижение конкурентного преимущества. Проектирование бизнес-процессов является необходимым инструментом решения проблем трансформации экономики и перехода к гибким ресурсосберегающим технологиям в промышленности. В исследованиях В. Ниссена, Т. Лезиной, А. Салтана проведен анализ информационных технологий, способствующих развитию новых бизнес-моделей, адекватных цифровой экономике [14]. Результаты исследования показали, что переход к цифровой экономике и интеллектуальному производству может быть реализован путем модернизации и совершенствования стратегии управления. Вопросы концепции и технологий умного производства, подходов к цифровой трансформации бизнес-процессов, стратегий цифровизации и новых бизнес-моделей находят отражение также в научных трудах А. С. Корецкого, А. И. Шинкевича, С. С. Кудрявцевой, М. В. Шинкевич [2; 3; 10; 12]. Исследование С. В. Ореховой посвящено оценке закономерностей, обуславливающих трансформацию бизнес-моделей традиционных промышленных предприятий с учетом особенностей их деятельности [5]. На основе систематизации структурных элементов автор выделяет традиционную, технологическую, сервисную и цифровую бизнес-модели. Обосновано, что при переходе к цифровой экономике промышленным предприятиям необходим переход от оптимизации ресурсов и целевых установок максимизации эффекта от масштаба к разработке технологических систем и получению сетевых эффектов.

Процессный подход лежит в основе нескольких эффективных концепций по совершенствованию работы предприятий. В исследованиях А. И. Шинкевича процессный подход рассматривается как эффективный инструмент обеспечения ресурсосбережения на разных уровнях управления и для разных типов ресурсов [8; 9; 17]. Автором также выделены следующие направления, использующие теорию процессного подхода в роли ключевого подхода по повышению результативности деятельности (рис. 1).



Источник: [8]

Рис. 1. Концепции, основанные на процессном подходе

Подходам и методам оптимизации бизнес-процессов особое внимание уделено в исследованиях А. В. Бабиковой, Е. Е. Мельниковой. В них представлены основные методы моделирования процессов и их классификация в зависимости от того, являются ли они описательными для обучения; обеспечивают поддержку принятия решений для разработки процессов; включают поддержку принятия решений для выполнения процесса или оказывают поддержку с целью внедрения информационных технологий [1; 4].

Обсуждение и результаты

Для нефтехимических предприятий характерны следующие технологии:

- Data Science – математические и алгоритмические методы, оптимизированные для эффективного проектирования цифровых двойников. Это набор методов и практик для решения сложных задач и анализа данных, в том числе: проектирование, моделирование с использованием методов машинного обучения, оценка и верификация, визуализация;
- ERP-системы на базе SAP – конструктор взаимосвязанных модулей управления производственными процессами. Система управления корпоративными ресурсами SAP ERP обеспечивает все функции, необходимые для реализации информационных сервисов самообслуживания и SAP ERP analytics;
- корпоративная информационная система, основанная на методологии ERP (enterprise resource planning) и направленная на достижение оптимального бизнес-процесса;
- APC или Advanced Process Control – автоматизированные системы, управляющие установками в режиме «реального времени»;
- дроны, БПЛА – беспилотные летательные аппараты. Их конфигурация зависит от отрасли предприятия и выполняемой им работы. Эти технологии на промышленных предприятиях способствуют повышению качества выпускаемой продукции, организации процесса документооборота, снижению себестоимости, минимизации различных рисков и потерь, а также оптимизации бизнес-процессов [6; 11].

Помимо изложенного выше, существует ряд технологий Индустрии 4.0, вызывающий наибольший интерес у предприятий химической и нефтехимической промышленности (см. рис. 2).

Трансформация экономики и производственных процессов в условиях Индустрии 4.0 связана с революцией интеллектуального производства и внедрением киберфизических систем. Вместе с тем она создает многочисленные проблемы для предприятий, технологий, кадров, возникают задачи в социально-технических системах. Решение этих задач и проблем должно осуществляться соответствующими методами и инструментами. Кроме того, взаимодействие между людьми и машинами требует правильных концепций – эффективных и безопасных. Инновационные услуги возможны на основе внедрения новых технологий, которые

нуждаются в инновационных бизнес-моделях. В таблице 1 представлены ключевые технологии и драйверы развития традиционного и цифрового производства, а также барьеры, препятствующие их внедрению.

Автоматизация и робототехника	Инструменты и технологии цифровизации, способствующие повышению эффективности предприятий химической и нефтехимической промышленности
Производственные системы, обладающие тремя или более степенями подвижности (свободы), построенные на основе сенсоров и искусственного интеллекта	
Технологии распределенного реестра (блокчейн)	
Алгоритмы и протоколы децентрализованного хранения и обработки транзакций, структурированных в виде последовательности связанных блоков без возможности их последующего изменения	
Большие данные	
Технологии сбора, обработки и хранения структурированных и неструктурированных массивов информации, характеризующихся значительным объемом и быстрой скоростью изменений (в том числе в режиме реального времени), что требует специальных инструментов и методов работы с ними	
Искусственный интеллект	
Система программных и/или аппаратных средств, способная с определенной степенью автономности воспринимать информацию, обучаться и принимать решения на основе анализа больших массивов данных, в том числе имитируя человеческое поведение	
3D-печать	
Аддитивные технологии для совершенствования технологии и улучшения состояния оборудования	
Технологии беспроводной связи	
Технологии передачи данных посредством стандартизированного радиоинтерфейса без использования проводного подключения к сети	
Новые производственные технологии	
Технологии цифровизации производственных процессов, обеспечивающие повышение эффективности использования ресурсов, проектирования и изготовления индивидуализированных объектов, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства	
Промышленный интернет	
Сети передачи данных, объединяющие устройства в производственном секторе, оборудованные датчиками и способные взаимодействовать между собой и/или внешней средой без вмешательства человека	

Составлено авторами по материалам источника [11]

Рис. 2. Основные технологии Индустрии 4.0, используемые в химической и нефтехимической промышленности

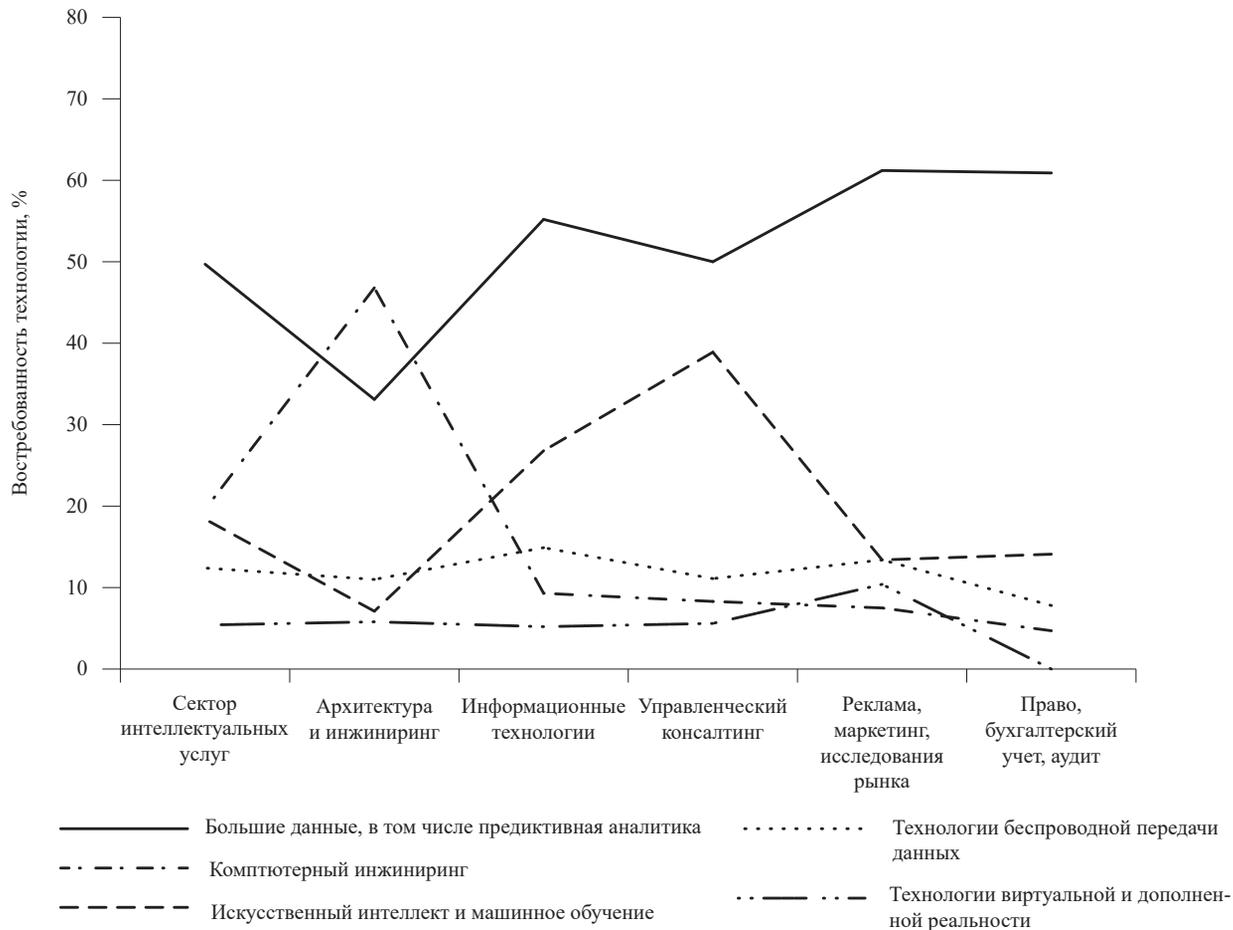
Таблица 1

Ключевые факторы внедрения цифровых технологий

Факторы развития производства	Драйверы цифрового развития	Барьеры
<ul style="list-style-type: none"> – спрос на продукцию; – выпуск первичной продукции в натуральном выражении; – инвестиции в производство; – экономическая ситуация на предприятии; – конкурентоспособность основного продукта 	<ul style="list-style-type: none"> – наличие высококвалифицированных кадров по ИКТ на предприятии; – наличие стратегии цифровых технологий 	<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие достаточного бюджета; – инфраструктурные ограничения; – низкая цифровая грамотность (компетентность); – низкая окупаемость; – отсутствие благоприятных и стабильных экономических условий в стране

Источник: [13]

Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» проанализировал востребованность цифровых технологий в компаниях сектора интеллектуальных услуг и эффекты от их применения (рис. 3).



Составлено авторами по материалам источника [7]

Рис. 3. Топ-5 цифровых технологий, оказывающих наиболее заметное влияние на компании сектора интеллектуальных услуг

Проведенный опрос руководителей показал, что инструменты анализа больших данных используют почти 50 % компаний, а технологии виртуальной и дополненной реальности – лишь 5,4 %. В целом по сектору около 80 % компаний еще до массового освоения цифровых инструментов в период пандемии COVID-19 внедряли различные их виды для оптимизации бизнес-процессов и повышения конкурентоспособности. Три четверти компаний сектора интеллектуальных услуг отметили высокую значимость цифровых технологий для ведения бизнеса, трансформации продуктовой линейки услуг и оптимизации процессов. Среди них 49,7 % организаций выделяли большие данные, включая предиктивную аналитику. На втором месте оказались технологии компьютерного инжиниринга (19,6 %), особенно активно они используются в сфере архитектуры и инжиниринга (46,8 %). Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения наиболее широко распространены в управленческом консалтинге (38,9 %) и в сфере ИТ-услуг (26,8 %), а технологии беспроводной передачи данных (5G, NFC и т. д.) равноценно представлены во всех отраслях сектора. Технологии виртуальной и дополненной реальности чаще востребованы в сфере рекламы и маркетинга, однако в целом их значимость пока еще остается невысокой. Результаты опроса показали, что позитивные эффекты от цифровых технологий наблюдаются в части взаимодействия компаний с клиентами, повышения эффективности их бизнес-процессов и операционной деятельности [7].

Наличие всей необходимой информации в режиме реального времени позволит производить системы для удовлетворения требований заказчика без потерь из-за конфигурации сборочных линий или времени наладки.

Индустрии 4.0 должна основываться на следующих ключевых принципах с целью поддержки принятия эффективных решений в промышленности:

- стандартизация и эталонная архитектура: сотрудничество предприятий в сетях создания ценности требуют набора общих стандартов;
- управление сложными системами: более сложные системы требуют соответствующих моделей для их управления;
- комплексная широкополосная инфраструктура для промышленности: интернет вещей требует надежной и быстрой инфраструктуры сети связи;
- охрана и безопасность: тесное взаимодействие человека и машины, производственных систем не должно причинять вреда людям или окружающей среде;
- обучение и непрерывное профессиональное развитие: кадры должны быть высококвалифицированы путем соответствующей подготовки и обучения на протяжении всей жизни;
- нормативная база: наряду с организационными изменениями государство должно учитывать новые инновации, особенно в отношении регулирования конфиденциальности и ответственности;
- эффективность использования ресурсов: за счет повышения производительности и эффективности использования ресурсов следует снизить потребление сырья и энергии.

Оптимизация бизнес-процессов – это автоматизированное совершенствование с использованием заранее определенных количественных показателей эффективности (целей), и применение системного подхода к решению и устранению поставленных задач и вопросов. Она способствует росту и повышению конкурентоспособности предприятия, объединяя стратегические цели, систему управления, включая организационную и производственную структуру, законодательно-нормативные акты, стандарты, сквозные, информационные технологии (рис. 4).



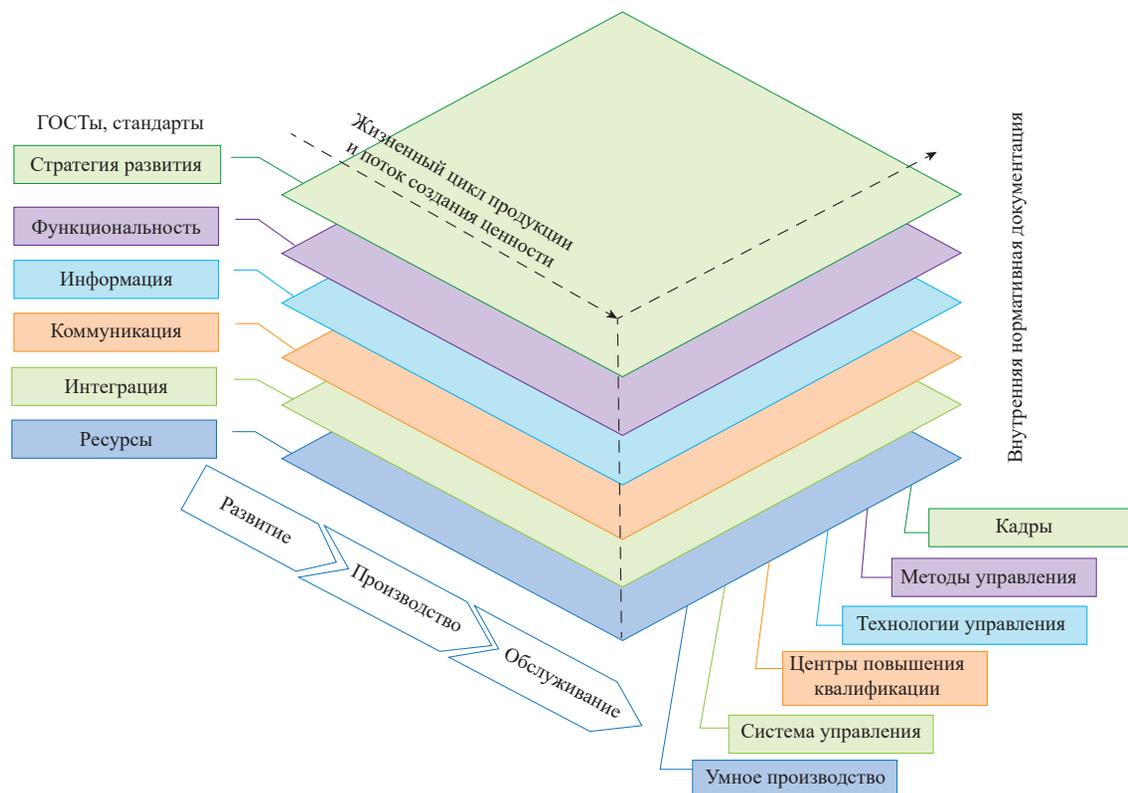
Составлено авторами на основе функциональной модели IDEF₀

Рис. 4. Место и роль основных бизнес-процессов в производственной деятельности предприятия

Основные процессы детерминированы технологией производства. Моделирование бизнес-процессов необходимо проводить с учетом дальнейшего анализа модели, что позволит выявить узкие места в вопросе достижения высоких результатов, а также с целью создания альтернативных улучшенных бизнес-процессов с точки

зрения определенных стратегических ориентиров. В направлении совершенствования бизнес-процессов существует необходимость более широкого использования систем поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта и экспертных систем. Также является необходимым использование методов организации массового обслуживания, линейного программирования и имитационного моделирования с целью проектирования оптимальных бизнес-процессов.

В настоящее время не разработаны стандарты для оценки возможностей производственной системы и увязки полученных результатов с деятельностью по оптимизации ресурсов в течение всего жизненного цикла изделия и в процессе создания потока ценности (рис. 5). В связи с этим важно установить общие определения фундаментальных понятий; определить методы структурированного описания сопоставимых вариантов использования; разработка процессов принятия решений в социально-технических системах.



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 5. Особенности проектирования бизнес-процессов нефтехимических предприятий в условиях цифровизации экономики

Разработанная модель включает в себя вертикальную сеть факторов производства, а также горизонтальную сеть инструментов, элементов в направлении формирования динамических сетей потока создания ценности. Отличительными чертами представленной модели являются сочетание жизненного цикла и потока создания ценности со структурированным подходом к определению компонентов Индустрии 4.0.

Заключение

Цифровая трансформация промышленности создает огромные возможности для предприятий и ставит их перед глобальными вызовами. Возможности, открывающиеся благодаря эффективному производству и новым бизнес-моделям весьма многообещающи, однако риски столь же значительны. Аналитика больших данных, автоматизация и цифровой клиентский интерфейс бросают вызов существующим цепочкам создания стоимости, в связи с чем предприятиям необходимо повышение цифровой зрелости, развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры, согласованных действий на основе нормативной базы, поскольку стандарты формируют цифровое будущее.

Для того чтобы цифровая трансформация стала драйвером экономического развития, необходимо сократить существующие разрывы в уровне цифрового развития. В этом направлении возможны дальнейшие исследования, например, относительно роли государственно-частного партнерства в контексте распространения цифровых технологий, различий между государственными и частными предприятиями в условиях цифровой трансформации. В ближайшем будущем изучение существенного перехода к использованию цифровых бизнес-моделей со стадии индивидуальных экспериментов и спорадических инициатив в области цифровых технологий будет приобретать все большее значение. По мере роста этих тенденций исследователи смогут более глубоко охарактеризовать особенности нынешней цифровой технологической трансформации.

Библиографический список

1. Бабилова, А. В., Корсаков, М. Н., Сарафанов А. Д. Оптимизация бизнес-процессов промышленного предприятия на основе внедрения процессного подхода // Креативная экономика. – 2017. – Т. 11, № 11. – С. 1195–1208. <https://doi.org/10.18334/се.11.11.38474>
2. Корецкий, А. С. Принципы формирования цифровой экосистемы управления процессами на основе бизнес-модели // Государственное управление. Электронный вестник. – 2021. – № 84. – С. 221–240. <https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-84-221-240>
3. Кудрявцева, С. С. Подготовка кадров для регионального промышленного комплекса в условиях цифровой экономики // Казанский педагогический журнал. – 2019. – № 5 (136). – С. 25–30.
4. Мельникова, Е. Е., Сысо, Т. Н. Методы, применяемые в управлении бизнес-процессами // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2007. – Т. 7, № 1. – С. 47–53.
5. Орехова, С. В. Промышленные предприятия: электронная vs. традиционная бизнес-модель // Terra Economicus. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 77–94. <http://dx.doi.org/10.23683/2073-6606-2018-16-4-77-94>
6. Савон, Д. Ю., Шкарупета, Е. В., Сафронов, А. Е., Анисимов, А. Ю., Вихрова, Н. О. Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности // Уголь. – 2021. – № 2 (1139). – С. 32–37. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-32-37>
7. Чичканов, Н. Ю., Белоусова, В. Ю. Влияние цифровых технологий на бизнес российских компаний сектора интеллектуальных услуг // Цифровая экономика: бюллетень. – 2020. – 20 мая. Режим доступа: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/366167712.pdf> (дата обращения: 06.03.2021).
8. Шинкевич, А. И. Методическое обеспечение организации ресурсосберегающих производственных систем в условиях цифровизации нефтехимической отрасли: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.22 / ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань, 2019. – 380 с.
9. Шинкевич, А. И., Лубнина, А. А. Специфика отраслевого потенциала соконкуренции инновационно-активных предприятий Республики Татарстан // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – № 5. – С. 101–108.
10. Шинкевич, А. И., Кудрявцева, С. С., Шинкевич, М. В. Тенденции бизнес-решений в развитии интеллектуального производства // Вестник университета. – 2020. – № 8. – С. 41–47. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-8-41-47>
11. Deberdieva, E. M., Vechkasova, M. V., Golikava, H. S., Borisova, A. A., Lysenko, A. F. Experience in the management of business processes with the use of digital technologies by Russian companies of a petrochemical complex // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Proceedings of the 1st International Scientific Practical Conference “Breakthrough Technologies and Communications in Industry” (BTCI 2018). Volgograd, November 20–21, 2018. – V. 483. – Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012066. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012066>
12. Kudryavtseva, S. S., Galimulina, F. F., Zaraychenko, I. A., Barsegyan, N. V. Modeling the management system of open innovation in the transition to e-economy // Modern Journal of Language Teaching Methods. – 2018. – V. 8, no. 10. – Pp. 163–171.
13. Lola, I. S., Bakeev, M. B. Digital transformation in manufacturing: drivers, barriers, and benefits // Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 107/STI/2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ssrn.com/abstract=3570342> (дата обращения: 06.03.2021). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3570342>
14. Nissen, V., Lezina T., Saltan A. The role of IT-management in the digital transformation of Russian companies // Foresight and STI Governance. – 2018. – V. 12, no. 3. – Pp. 53–61. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2018.3.53.61>
15. Oztemel, E., Gursev, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies // Journal of Intelligent Manufacturing. – 2020. – V. 31, no. 1. – Pp. 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>

16. Schallmo, D., Williams, Ch. A., Boardman, L. Digital transformation of business models – best practice, enablers, and roadmap // *International Journal of Innovation Management*. – 2017. – V. 21, no. 8. – P. 1740014. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>
17. Shinkevich, A. I., Barsegyan, N. V., Shinkevich, M. V., Ostanina, S. S., Galimulina, F. F., Nadezhdina, M. E. Reserves for improving the efficiency of petrochemical production on the basis of “Industry 4.0” // *E3S WEB OF CONFERENCES: Proceedings of the 2019 International Scientific and Technical Conference “Smart Energy Systems”*. Kazan, September 18–20, 2019. V. 124. – EDP Sciences, 2019. – P. 04006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912404006>

References

1. Babikova A. V., Korsakov M. N., Sarafanov A. D. Optimization of business processes of an industrial enterprise based on the introduction of a process approach, *Creative Economy*, 2017, vol. 11, no. 11, pp. 1195–1208. (In Russian). <https://doi.org/10.18334/ce.11.11.38474>
2. Koretskii A. S. Principles of forming a digital ecosystem of process management based on a business model, *Public Administration. E-Journal*, 2021, no. 84, pp. 221–240. (In Russian). <https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-84-221-240>
3. Kudryavtseva S. S. Training for the regional industrial complex in the conditions of digital economy, *Kazan Pedagogical Journal*, 2019, no. 5 (136), pp. 25–30. (In Russian).
4. Melnikova E. E., Syso T. N. Methods used in the management of business processes, *Vestnik NSU. Series: Social and Economic Sciences*, 2007, vol. 7, no. 1, pp. 47–53. (In Russian).
5. Orekhova S. V. Industrial enterprises: electronic vs. traditional business model, *Terra Economicus*, 2018, vol. 16, no. 4, pp. 77–94. (In Russian). <http://dx.doi.org/10.23683/2073-6606-2018-16-4-77-94>
6. Savon D. Yu., Shkarupeta E. V., Safronov A. E., Anisimov A. Yu., Vikhrova N. O. Digital transformation of production processes and the business models of the mining industry in terms of market instability, *Ugol` (Russian Coal Journal)*, 2021, no. 2, pp. 32–37. (In Russian). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-32-37>
7. Chichkanov N. Yu., Belousova V. Yu. The impact of digital technologies on business for Russian companies in the sector of intellectual services, *Tsifrovaya ekonomika: byulleten`*, 2020, May 20. Available at: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/366167712.pdf> (accessed 06.03.2021). (In Russian).
8. Shinkevich A. I. *Methodological support of the organization of resource-saving production systems in the conditions of digitalization of the petrochemical industry: Dis. ... Dr. Sci. (Tech.): 05.02.22*, Kazan National Research Technological University, Kazan, 2019, 380 p. (In Russian).
9. Shinkevich A. I., Lubnina A. A. The specifics of the industry potential of the co-competition of innovative and active enterprises of the Republic of Tatarstan, *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2009, no. 5, pp. 101–108. (In Russian).
10. Shinkevich A. I., Kudryavtseva S. S., Shinkevich M. V. Trends of business solutions in the development of intellectual production, *Vestnik universiteta*, 2020, no. 8, pp. 41–47. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-8-41-47>
11. Deberdieva E. M., Vechkasova M. V., Golikava H. S., Borisova A. A., Lysenko A. F. Experience in the management of business processes with the use of digital technologies by Russian companies of a petrochemical complex, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Proceedings of the 1st International Scientific Practical Conference “Breakthrough Technologies and Communications in Industry” (BTCI 2018)*, Volgograd, November 20–21, 2019, vol. 483, p. 012066. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012066>
12. Kudryavtseva S. S., Galimulina F. F., Zaraychenko I. A., Barsegyan N. V. Modeling the management system of open innovation in the transition to e-economy, *Modern Journal of Language Teaching Methods*, 2018, vol. 8, no. 10, pp. 163–171.
13. Lola I. S., Bakeev M. B. Digital transformation in manufacturing: drivers, barriers, and benefits, *Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 107/STI/2020*. Available at: <https://ssrn.com/abstract=3570342> (accessed 06.03.2021). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3570342>
14. Nissen V., Lezina T., Saltan A. The role of IT-management in the digital transformation of Russian companies, *Foresight and STI Governance*, 2018, vol. 12, no. 3, pp. 53–61. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2018.3.53.61>
15. Oztemel E., Gursev S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2020, vol. 31, no. 1, pp. 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
16. Schallmo D., Williams Ch. A., Boardman L. Digital transformation of business models – best practice, enablers, and roadmap, *International Journal of Innovation Management*, 2017, vol. 21, no. 8, p. 1740014. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>
17. Shinkevich A. I., Barsegyan N. V., Shinkevich M. V., Ostanina S. S., Galimulina F. F., Nadezhdina M. E. Reserves for improving the efficiency of petrochemical production on the basis of “Industry 4.0”, *E3S WEB OF CONFERENCES: Proceedings of the 2019 International Scientific and Technical Conference “Smart Energy Systems”*, Kazan, September 18–20, 2019, vol. 124, EDP Sciences, 2019, p. 04006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912404006>