

## 08.00.00 ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## 08.00.00 ECONOMIC SCIENCES

УДК 330.47  
ББК 65.05

DOI: 10.25683/VOLBI.2021.56.301

**Koronatov Nikolay Nikolaevich,**  
Candidate of Technical Sciences,  
Assistant of the Graduate School  
of Business and Management,  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University,  
Deputy for production and sales,  
KINEF LLC,  
Russian Federation, Saint-Petersburg,  
e-mail: nikonik.kirishi@mail.ru

**Коронатов Николай Николаевич,**  
канд. техн. наук,  
ассистент Высшей школы управления и бизнеса,  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
заместитель генерального директора  
по производству и сбыту продукции,  
ООО «КИНЕФ»,  
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,  
e-mail: nikonik.kirishi@mail.ru

**Ilin Igor Vasilevich,**  
Doctor of Economics, Professor,  
Director of the Graduate School of Business and Management,  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University,  
Russian Federation, Saint-Petersburg,  
e-mail: igor.ilin@spbstu.ru

**Ильин Игорь Васильевич,**  
д-р экон. наук, профессор,  
директор Высшей школы управления и бизнеса,  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,  
e-mail: igor.ilin@spbstu.ru

**Kalyazina Sofiya Evgenevna,**  
Assistant of the Graduate School of Business and Management,  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University,  
Russian Federation, Saint-Petersburg,  
e-mail: kalyazina\_se@spbstu.ru

**Калязина София Евгеньевна,**  
ассистент Высшей школы управления и бизнеса,  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,  
e-mail: kalyazina\_se@spbstu.ru

### ЦИФРОВАЯ АРХИТЕКТУРА ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

### DIGITAL ARCHITECTURE OF THE VALUE CHAIN IN THE OIL REFINING INDUSTRY

08.00.13 — Математические и инструментальные методы экономики  
08.00.13 — Mathematical and instrumental methods of economics

*Появление инновационных технологий существенно влияет на все отрасли экономики, требуя от компаний вносить коренные изменения в функционирование бизнес-процессов. Данное положение напрямую относится и к отрасли нефтепереработки, включающей сложные многоплановые процессы и требующей применения сложных технологий. При этом отрасль испытывает дополнительные риски, связанные в том числе с появлением альтернативных источников энергии, влиянием изменений рынка на спрос на продукцию. Следовательно, для повышения конкурентоспособности, устойчивости и эффективности деятельности требуется подвергнуть глубокому анализу и пересмотреть модель бизнес-процессов предприятий отрасли. В настоящей статье участники цепочки создания ценности нефтепереработки рассмотрены как единая экосистема. Для данной цепочки построена модель информационного обмена, учитывающая целесообразность перехода на облачные технологии, широкого применения ключевых технологий Индустрии 4.0, включения приложений для управления*

*пользовательским опытом, призванных повысить клиентоориентированность предприятия. Методологической основой исследования является архитектурный подход, основанный на понятии архитектуры предприятия, и сервис-ориентированный подход, направленный на гармонизацию требований и возможностей бизнеса и ИТ-элементов системы. В целях исследования проведен анализ существующих технологий и решений в сфере цифровизации цепочки создания ценности нефтепереработки. На основе полученной и проанализированной информации предложена модель информационного обмена, поддерживающая процесс нефтепереработки. Внедрение подобной модели и рассмотрение участников цепочки как элементов экосистемы призвано повысить гибкость предприятий в условиях изменчивого рынка, способствовать решению глобальных проблем отрасли, повысить безопасность бизнес-процессов на всех этапах, уменьшить влияние на окружающую среду, дать возможность таргетирования деятельности, что соответствует глобальным трендам современной экономики.*

*The emergence of innovative technologies significantly affects all sectors of the economy, requiring companies to make fundamental changes in the functioning of business processes. This provision directly applies to the oil refining industry, which includes complex multidimensional processes and requires the use of complex technologies. At the same time, the industry is experiencing additional risks associated, inter alia, with the emergence of alternative energy sources and the impact of market changes on the demand for products. Accordingly, to improve the competitiveness, sustainability and efficiency of activities, it is required to subject a deep analysis to revise the model of business processes of enterprises in the industry. In this article, the participants in the refining value chain are considered as a single ecosystem. For this chain, a model of information exchange was built, taking into account the feasibility of switching to cloud technologies, the widespread use of key technologies of Industry 4.0, the inclusion of applications for managing user experience designed to increase the customer focus of the enterprise. The methodological basis of the study is an architectural approach based on the concept of enterprise architecture and a service-oriented approach aimed at harmonizing the requirements and capabilities of the business and IT elements of the system. For the purpose of the study, an analysis of existing technologies and solutions in the field of digitalization of the oil refining value chain was carried out. On the basis of the information received and analyzed, a model of information exchange is proposed that supports the oil refining process. The introduction of such a model and the consideration of the participants in the chain as elements of the ecosystem is intended to increase the flexibility of enterprises in a volatile market, help to solve global problems of the industry, improve the safety of business processes at all stages, reduce the impact on the environment, and provide an opportunity to target activities, which is in line with the global trends of modern economy.*

*Ключевые слова: нефтепереработка, Индустрия 4.0, цифровизация, архитектурный подход, сервис-ориентированный подход, архитектура предприятия, облачные технологии, Интернет вещей, ERP, машинное обучение, искусственный интеллект.*

*Keywords: oil refining, Industry 4.0, digitalization, architectural approach, service-oriented approach, enterprise architecture, cloud technologies, Internet of Things, ERP (enterprise resource planning), machine learning, artificial intelligence.*

### **Введение**

Процесс нефтепереработки представляет собой сложную цепочку создания стоимости. На данный момент скорость, масштабы и влияние четвертой промышленной революции существенно влияют на развитие отрасли, так как ускоряют инновации и расширяют возможности клиентов. Соответственно, отрасль должна принять коренные изменения в бизнесе, основанные на технических, культурных и организационных изменениях, чтобы предоставлять надежные и экологически безопасные продукты и услуги в области энергетики, помогая решать накапливающиеся социальные, экономические и экологические проблемы и быстро реагируя на изменения рынка [1—3].

Глобальные нефтегазовые компании переходят на клиентоориентированность, делая персонализированные предложения (от оперативного управления заказами и запасами до ценообразования с оплатой за результат) и переводя

цепочки поставок углеводородов в цифровую форму [4]. Например, возможны индивидуальные предложения различным потребителям топлива на основе предыдущих покупок, для более крупных нефтегазовых компаний — диверсификация в смежные отрасли и секторы, такие как коммунальные услуги, солнечная и ветровая энергия, хранение энергии. С переходом к Индустрии 4.0 цифровые технологии позволяют собирать и анализировать данные по активам и бизнес-системам, чтобы сделать процессы более быстрыми, гибкими и эффективными [5].

Основной стратегией развития может стать объединение бизнес-процессов, интеллектуальных технологий и реальных данных об операциях, клиентах, партнерах и окружающей среде [6]. Например, перспективной является оцифровка производства и доставки, в том числе бесконтактные транзакции. Подобная трансформация бизнес-моделей предполагает перенос рутинных задач с человека на системы, основанные на машинном обучении и искусственном интеллекте. При этом цифровое ядро, основанное на таких инструментах Индустрии 4.0, как прогнозная аналитика, блокчейн, машинное обучение, станет платформой для управления и оптимизации систем и процессов, поставщиков и сетей, рабочей силы, взаимодействия с клиентами, сбора данных с помощью датчиков и других подключенных активов Интернета вещей (IoT) [7—9].

**Актуальность** статьи заключается в рассмотрении примеров применения перспективных технологий и программных продуктов, отвечающих потребностям нефтеперерабатывающих предприятий, что весьма важно для развития отрасли в целом.

**Изученность данной проблемы** в условиях России является недостаточной для четкого понимания стратегии развития российских нефтеперерабатывающих предприятий.

Это делает **целесообразным разработку темы**, связанной с цифровой трансформацией нефтеперерабатывающих предприятий в контексте реинжиниринга архитектуры предприятия.

**Научная новизна** статьи заключается в построении модели цифровой архитектуры бизнес-процессов цепочки создания ценности нефтеперерабатывающей отрасли.

**Цель и задачи** исследования — проанализировать существующие технологии и решения в сфере цифровизации цепочки создания ценности нефтепереработки и предложить решения по построению релевантной архитектуры предприятия.

**Теоретическая и практическая значимость** работы заключается в том, что проведенный анализ ключевых цифровых технологий, применяемых в процессе нефтепереработки, и их места в цепочке создания ценности в этой отрасли позволяет предложить модель информационного обмена процесса нефтепереработки, включающую уровни бизнес-процессов, приложений и технологий.

### **Основная часть**

**Материалы и методы.** Методология исследования заключается в анализе существующих релевантных технологий и решений в сфере цифровизации цепочки создания ценности нефтепереработки.

Можно выделить следующие тенденции в развитии нефтегазовой промышленности:

– поиск способов повторного использования CO<sub>2</sub> и других побочных продуктов (экономика замкнутого цикла);

- комплексные мобильные решения для анализа данных по активам и бизнес-системам в реальном времени;
- глобальные цепочки поставок: данные по поставкам, спросу, финансовая информация в реальном времени в любом месте;
- реагирование на рост влияния возобновляемых источников энергии, уменьшающий прибыльность нефтегазовых компаний.

Например, Saudi Aramco Refinery Company (SASREF) управляет цифровым нефтеперерабатывающим заводом с применением программы Saudi Vision 2030, что обеспечивает конкурентоспособность, прибыльность и эффективность за счет отслеживания в реальном времени движения запасов и расходов по проектам [10]. Французская многонациональная нефтегазовая компания Total в настоящее время является вторым по величине поставщиком солнечной энергии в мире [11]. Shell добавила возможности зарядки аккумуляторов на своих розничных станциях [12]. Возможно оснащение людей носимыми цифровыми датчиками для поддержки цепочки поставок углеводородов.

Следующие тенденции связаны с повышением клиентоориентированности. Требуется простота и качество обслуживания:

- аналитика потребления энергии потребителями;
- создание новых услуг и опыта.

Например, стартап-компания Booster Fuels предлагает инновационную службу доставки топлива, которая доставляет топливо прямо в машину клиента, пока он на работе. Клиенты могут использовать мобильное приложение, чтобы забронировать время заправки [13].

Розничные торговцы топливом могут использовать ценообразование с оплатой за результат и предлагать персонализированные конфигурации, улучшающие качество обслуживания клиентов.

Перспективным решением являются облачные технологии. Например, компания Assala Energy с применением цифровых инструментов в облаке обеспечила ввод объекта в эксплуатацию за 24 недели. Shell Aviation внедрила облачное мобильное приложение Skypad для оптимизации заправки в аэропорту. С возможностью мониторинга и управления уровнем запасов в каждом аэропорту компания быстро получает бизнес-аналитику, используемую для более эффективного управления ценами на топливо. Получение цифровой информации о мировом спросе авиакомпаний на топливо на основе мониторинга в реальном времени, интегрированных источников данных, прогнозный анализ и получение информации о продажах, данных о запасах в реальном времени способствуют принятию точных и эффективных решений. Это повышает конкурентоспособность компании, так как повышает ценность для аэропортов, нуждающихся в точных и безопасных операциях. Приложение повысило точность исполнения заказов на 70 %, оптимизировало время исполнения заказа и время заправки на 50 % и 45 % соответственно [14].

BP с шестью другими компаниями разрабатывает параметры рыночного стандарта цифровой разведки, размещаемого в облаке.

Применяемое решение SAP Predictive Maintenance and Service обеспечивает мониторинг оборудования и информацию о состоянии активов в реальном времени на основе критических значений и тенденций, что позволяет использовать эффективные стратегии обслуживания активов для лучшего управления затратами, рисками и производительностью.

Приложение SAP Upstream Operations Management объединяет сбор полевых данных, планирование добычи со сценариями «что, если», распределение добычи, техническое обслуживание, отчетность и аналитические возможности, благодаря чему нефтегазовые компании могут улучшить процесс принятия решений, связанных с операциями по добыче углеводородов. Применение подобных решений, по имеющимся оценкам, способствует повышению рентабельности активов на 5 %, сокращению незапланированных простоев активов на 15 % [14].

Решение SAP Fieldglass позволяет с помощью облачных технологий максимально эффективно управлять рабочей силой и поиском поставщиков услуг, повышая вместе с тем качество персонала, качество и безопасность работы [15].

Облачное решение SAP Ariba позволяет управлять цепочкой поставок и электронными закупками в реальном времени, начиная от выбора поставщика. Решение позволяет автоматизировать сбор данных для выставления счетов, оптимизировать движение денежных средств, снижать затраты в цепочке поставок за счет управления закупками [16]. Также существует облачное решение SAP Integrated Business Planning for Supply Chain, основанное на технологии SAP HANA in-memory, которое сочетает планирование продаж, прогнозирование спроса и предложения, пополнение запасов на основе спроса [17]. Например, компания Vivo Energy (ведущий панафриканский розничный торговец и дистрибьютор Shell и горюче-смазочных материалов под маркой Engen) для поддержания развития и получения большего стратегического контроля над своими операциями начала использовать решения SAP S / 4HANA, включая SAP S / 4HANA Oil & Gas, SAP S / 4HANA Retail, SAP S / 4HANA Finance и SAP S / 4HANA Supply Chain. Расширение возможностей пользователя SAP Fiori® позволило Vivo Energy преобразовать пользовательский опыт своих работников [18].

В отрасли также применяется открытая гибкая облачная платформа Microsoft Azure, обеспечивающая быстрое создание, развертывание, управление приложениями в глобальной сети дата-центров под управлением Microsoft [19]. Имеется решение Microsoft Connected Operations для нефте-, газо- и горнодобывающей промышленности, позволяющее широко использовать данные, передаваемые с подключенных датчиков и устройств, анализировать их с помощью технологии машинного обучения и прогнозной аналитики и тем самым оптимизировать производство, улучшить обслуживание и повысить рентабельность. Центры больших данных Microsoft с поддержкой облачных вычислений обеспечивают многоуровневую видимость в сетях поставщиков и клиентов. Облачные сервисы Microsoft обеспечивают координацию и сотрудничество для персонала посредством интегрированного общения, обмена мгновенными сообщениями, электронной почты, виртуальных встреч, дополненной реальности и социальных сетей, возможности электронного документооборота. Облачные решения также обеспечивают платформу хранения и обработки для больших объемов сложных структурированных данных, таких как сейсмические данные и цифровые изображения; для обработки, визуализации и интерпретации геологических или географических данных. Также есть решения для гибкого, мобильного, геолокационного и персонализированного маркетинга, который позволяет обеспечить положительный клиентский опыт по всем каналам продаж, выявить наиболее прибыльные продукты, получить больше информации

о рынке, повысить эффективность управления активами. Упомянутые решения используют технологии Power BI, Cortana Analytics, Azure IoT Suite, Microsoft Industrial IoT. Непосредственно для нефтегазовой отрасли используются искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение: визуализация и моделирование пласта для увеличения скорости бурения с помощью высокопроизводительных вычислений (HPC); принятие решений и анализ добычи пласта с помощью датчиков бурения IoT и прогнозной аналитики; расширение жизненных циклов активов с помощью прогнозного обслуживания с помощью Azure IoT. Azure IoT объединяет возможности intelligent edge с intelligent cloud для предоставления энергетических данных в совместимом формате, позволяя получать аналитические данные, подкрепленные передовой аналитикой, ИИ и новыми моделями взаимодействия со смешанной реальностью в сопровождении с обеспечением безопасности данных и защиты конфиденциальности с помощью Azure Sphere и Центра безопасности Azure для IoT.

Например, компания Schneider Electric использует ИИ и машинное обучение в решениях Azure Machine Learning и Azure IoT Edge для расширения возможностей своего решения для управления стержневым насосом Realift. Благодаря активному выявлению проблем с насосом с помощью edge analytics компании сокращают незапланированные простои, что снижает затраты, увеличивает объемы производства и повышает гибкость обслуживания. BP использует машинное обучение Microsoft Azure для оптимизации добычи запасов углеводородов. Компания Rockwell Automation создала решение для мониторинга дорогостоящих капитальных активов и использования этих данных для повышения производительности на основе Azure IoT. Решение собирает, интегрирует и организует данные датчиков с удаленного оборудования по всем глобальным цепочкам поставок для поддержки анализа в реальном времени, прогнозной аналитики и профилактического обслуживания [20].

Также применяются аналогичные решения Oracle EPM Cloud, Oracle Supply Chain Management, Oracle HCM, Oracle Cloud Asset Lifecycle Management.

Цифровизация призвана помочь в решении ключевых проблем отрасли, таких как:

- неустойчивость цен, давление конкуренции, влияние сложных геополитических процессов на ценообразование, прибыльность и т. д.; цифровизация здесь должна быть направлена на повышение операционной эффективности;
- ограниченные ресурсы — требуются стратегии, связанные с сокращением численности персонала и с созданием экономичной производственной среды, способной к быстрой масштабируемости при возвращении спроса и цен;
- повышенное внимание к устойчивости — требуются технологии, обеспечивающие оптимизацию углеродного следа, поиски новых источников возобновляемой энергии;
- безопасность — требуются технологии для противодействия кибер- и террористическим атакам;
- устаревшие активы — требуются инвестиции в расширенную аналитику данных и Интернет вещей, что увеличивает время безотказной работы оборудования, снижает затраты, оптимизирует эффективность, повышает безопасность и возможности мониторинга.

Целесообразно рассмотреть ключевые перспективные технологии для нефтеперерабатывающей отрасли:

- искусственный интеллект и машинное обучение — для контроля и прогнозирования производительности

оборудования, результатов процесса, исключения повторяющихся ручных задач, таких как плановое обслуживание оборудования, заказ новых материалов и т. д.; решения для распознавания голоса;

- Интернет вещей и Индустрия 4.0 — для анализа данных, удаленного мониторинга состояния нефтепромыслового оборудования в режиме реального времени, прогнозирования потребностей в обслуживании и выявления отказов до того, как они произойдут;

- цифровой двойник удаленного оборудования — для отслеживания производителями, операторами нефтепромыслов;

- расширенная аналитика — для просмотра операций, отзывов клиентов, для моделирования воздействия бизнес-решений, снижения рисков;

- платформа данных для управления опытом — для связи операционных данных (O-data) с данными опыта (X-данные) от клиентов, поставщиков и сотрудников; сокращения времени реагирования и улучшения взаимодействия с клиентами;

- блокчейн — для хранения данных цепочки поставок и торговли в цифровых промышленных сетях. Блокчейн объединяет поставщиков через коносамент и автоматически совершает сделки между операторами, сокращая время и упрощая логистику для международных перевозок. Имеется, например, решение SAP Бухгалтерское приложение в партнерстве с IBM;

- виртуальная и дополненная реальность — для визуализации в сочетании с конкретными данными в целях симуляции реальной среды. Например, это моделирование подводного обслуживания и ремонта, скважинного наклонно-направленного бурения, ремонт агрегатов НПЗ, модернизация системы для шельфовых платформ, обучение рабочих;

- роботизированная автоматизация процессов — использование программных роботов для выполнения повторяющихся задач, например автоматическая обработка пополнения запасов, отправка напоминаний персоналу для продления сертификатов обучения, составление ежедневных отчетов по бурению.

По отчету IDC за апрель 2020 г. [21], применение предиктивной аналитики и искусственного интеллекта обеспечивает повышение КПД на 10 %, увеличение доступности активов на 20 %, снижение на 15...20 % затрат на местное техническое обслуживание, двукратный рост оборота запчастей, 30 % сокращение общих запасов.

В статье в качестве методологической основы используется архитектурный подход, при котором архитектура предприятия рассматривается как комплексный подход к интеграции разнородных элементов (бизнес-процессов, функциональной структуры, организационной структуры, информационных систем и технологий, цифровых технологий, производственных технологий, активов) в эффективную бизнес-систему [22, 23], а также сервис-ориентированный подход как средство гармонизации (согласования) требований и возможностей бизнеса и ИТ-элементов единой системы [24—26]. При построении архитектуры предприятия выделяются уровни: бизнес-уровень (описывает деятельность предприятия и его развитие), прикладной уровень (описывает приложения, данные и их отношения) и технологический уровень (описывает аппаратное и системное программное обеспечение). В частности, рассматривается ИТ-архитектура: приложения, данные, оборудование.

**Результаты.** Комплексную цифровизацию цепочки создания ценности целесообразно начинать со следующих шагов:

- отраслевые совместные инновационные программы для конкретных сценариев использования;
- доставка отраслевых облаков от предприятия к предприятию;
- интеграция с широким спектром бизнес-услуг;

– открытая архитектура с выбором оборудования и программного обеспечения, специально разработанного для удовлетворения требований потребителя;

– дополнительные и инновационные сторонние решения, обеспечивающие использование передовых технологий.

В целях построения модели бизнес-процессов важно выделить основные тренды цифровизации в цепочке создания ценности нефтеперерабатывающей отрасли (табл.).

#### Основные тренды цифровизации в цепочке создания ценности нефтеперерабатывающей отрасли

Заключение договоров	Производство углеводородов	Логистика углеводородов	Эксплуатация активов
Электронный документооборот. Решения для подбора персонала. Решения по приоритизации портфеля проектов. Предиктивная аналитика	4D-сейсмический анализ. 3D-моделирование месторождений. Виртуальная, дополненная, смешанная реальность. Интернет вещей. Удаленная эксплуатация и мониторинг. Высокопроизводительные вычисления. Искусственный интеллект. Машинное обучение	Электронный документооборот. RFID-метки. Интернет вещей. Граничные вычисления (Edge computing). Большие данные	Цифровой двойник. Носимые устройства для персонала. Производственные приложения (MES, ERP, управление человеческими ресурсами (HRM), обслуживание, ремонт и эксплуатация (ТОиР))

На рис. 1 представлена цепочка создания ценности для нефтепереработки.



Рис. 1. Цепочка создания ценности для нефтепереработки

Максимальный положительный результат может дать рассмотрение всей такой цепочки как единой системы взаимодействия участников производства конечного продукта отрасли. Построение архитектуры предприятия для такой экосистемы целесообразно начать с формирования сети, охватывающей всех участников цепочки создания ценностей нефтепереработки (производители, их партнеры, потребители) и включающей приложения, платформы, инфраструктуру. Поскольку, как было сказано выше, прогрессивным вариантом можно считать облачное развертывание, в отношении инфраструктуры речь может идти об IaaS (инфраструктура как сервис). На основе такой сети строится слой инструментов и сервисов. Платформа бизнес-технологий обеспечивает управление данными, аналитику, поддерживает разработку приложений, интеграцию; позволяет использовать интеллектуальные технологии (искусственный интеллект, машинное обучение, Интернет вещей и т. д.); позволяет применять решения, дающие возможность перейти к экономике замкнутого цикла, управлению использованием энергии, повышению безопасности, уменьшению количества отходов, контролю выброса парниковых газов. Используемые приложения должны предполагать управление опытом, управление устойчивым развитием.

Сформированная мета-модель архитектуры информационного обмена цепочки создания ценности нефтяной отрасли представлена на рис. 2.

Применение интегрированных цифровых платформ улучшает сотрудничество между предприятиями, беспрепятственный обмен данными с партнерами по экосистеме для совместной работы, помогая ускорить внедрение инноваций, снизить затраты и обеспечить операционную прозрачность.

В качестве примера рассмотрим более подробно применение ключевых цифровых технологий в процессе нефтепереработки (производство готовой продукции).

1. Интернет вещей — датчики установлены на оборудовании и записывают параметры работы.

2. Предиктивная аналитика — анализ данных, полученных с датчиков на оборудовании, позволяет операторам предвидеть возможные проблемы и сбои и заблаговременно провести обслуживание.

3. Робототехника — дроны используются для осмотра верхней части ректификационной колонны.

4. Облачные вычисления — данные, собираемые на всех этапах производства, подвергаются обработке с целью оценки качества продукта на всех стадиях переработки, расчета оптимальных технологических параметров производства с учетом требуемого количества и качества продукции и при достижении критерия минимизации стоимости производства.

На рис. 3 представлена модель архитектуры информационного обмена непосредственно на нефтеперерабатывающем предприятии.

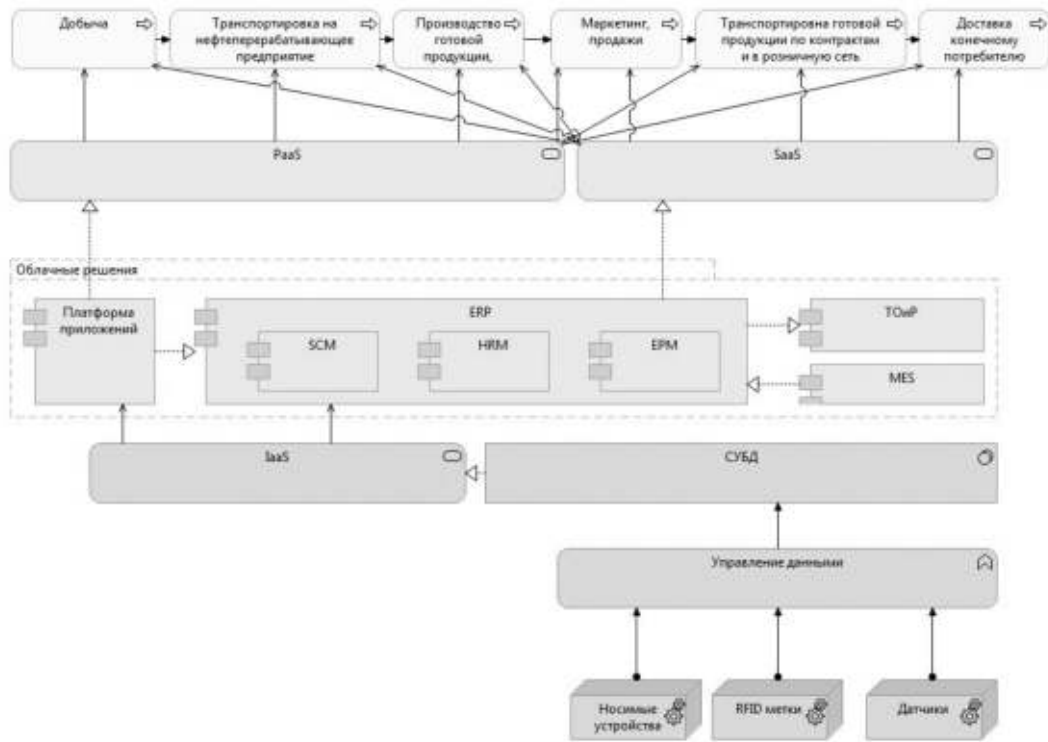


Рис. 2. Метамодель архитектуры информационного обмена нефтепереработки

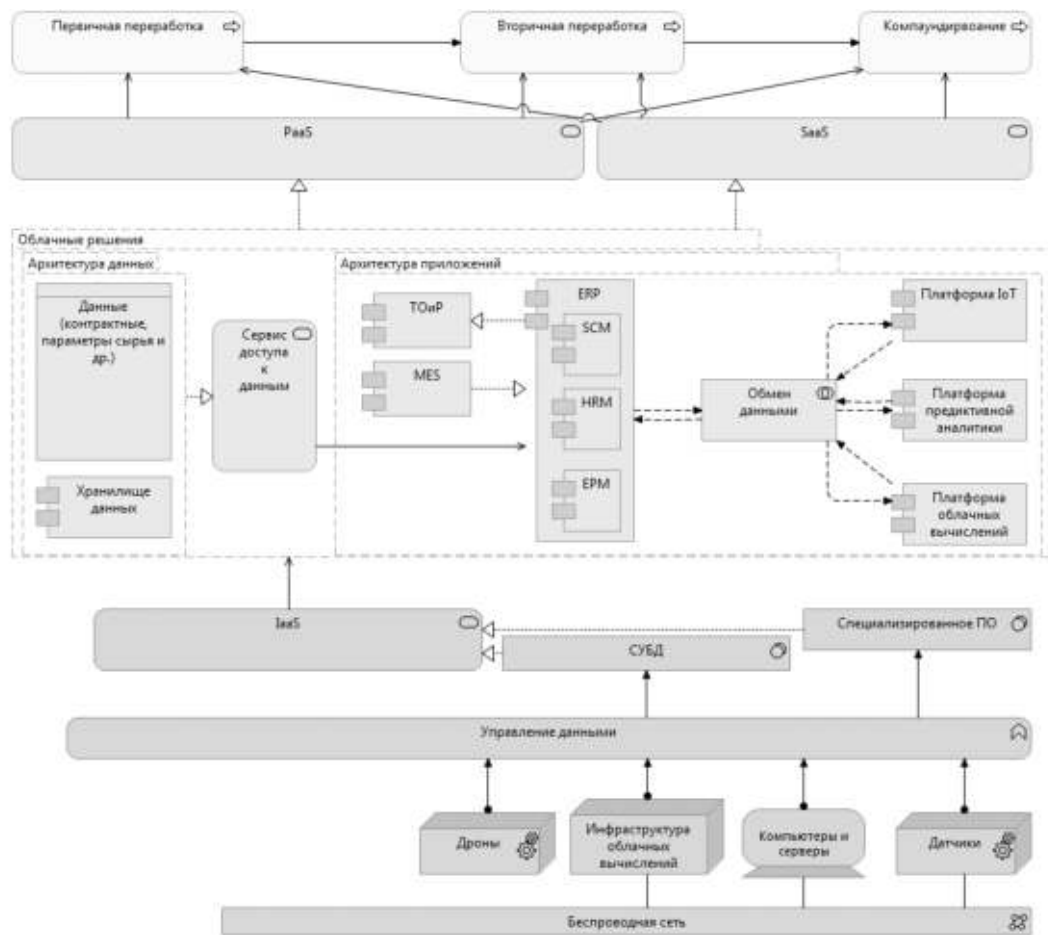


Рис. 3. Модель архитектуры информационного обмена нефтеперерабатывающего предприятия

### Заключение

В рамках дальнейших исследований целесообразна детализация представленной архитектуры для отдельных представителей отрасли, подбор наиболее подходящих решений и определение необходимости возможной их доработки для нужд конкретного процесса. Рассмотренная в статье архитектура

информационного обмена нефтепереработки на основе интегрированных облачных цифровых платформ позволяет более гибко реагировать на вызовы, связанные с волатильностью окружающего мира, давать персонализированный отклик потребителю, тем самым повышая конкурентоспособность, устойчивость, эффективность и безопасность отрасли.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Life cycle assessment of petroleum refining process: a case study in China / Y. Liu et al. // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 256. Pp. 120—422.
2. Meyers R. A. *Handbook of petroleum refining processes*. McGraw-Hill Education, 2016.
3. Prospects for the development of the oil and gas industry in the regional and global economy / I. V. Morozov et al. // *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2018. Vol. 8. No. 4. P. 55.
4. Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Калязина С. Е. Управление параметрами технологических процессов нефтепереработки // *Экономика и управление*. 2020. Т. 26. № 7(177). С. 784—792.
5. Ghobakhloo M. Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 252. Pp. 869—872.
6. Формирование реестра и оценка рисков типового горно-обогатительного инвестиционного проекта в золоторудной отрасли / А. Е. Череповицын, Р. С. Марченко, Ф. Д. Ларичкин, С. В. Федосеев, А. Г. Воробьев // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2018. № 3(59). С. 43—52.
7. The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies / M. Ardolino et al. // *International Journal of Production Research*. 2018. Vol. 56. No. 6. Pp. 2116—2132.
8. Li Y., Dai J., Cui L. The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: a moderated mediation model // *International Journal of Production Economics*. 2020. Vol. 229. Pp. 107—777.
9. Zaki M. Digital transformation: harnessing digital technologies for the next generation of services // *Journal of Services Marketing*. 2019. Vol. 33. Iss. 4. Pp. 429—435.
10. Saudi Aramco annual report 2019. URL: <https://www.aramco.com/-/media/publications/corporate-reports/saudi-aramco-ara-2019-english.pdf>.
11. Solar power, a rising energy in China. URL: <https://cn.total.com/en/solar-power-rising-energy-china>.
12. How Shell is reinventing the fuel station for EVs. URL: <https://www.autocar.co.uk/car-news/features/how-shell-reinventing-fuel-station-evs>.
13. Booster. URL: <https://www.trybooster.com>.
14. Oil, Gas, and Energy. URL: <https://www.sap.com/industries/oil-gas.html>.
15. SAP Fieldglass. URL: <https://www.fieldglass.net>.
16. SAP Ariba. URL: <https://www.ariba.com/ru-ru>.
17. SAP Integrated Business Planning for Supply Chain. URL: <https://www.sap.com/cis/products/integrated-business-planning.html>.
18. Vivo Energy. URL: <https://www.ibm.com/case-studies/vivo-energy-power-service>.
19. Microsoft Azure. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru>.
20. Empowering the Oil & Gas and Mining Industry. URL: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Whitepaper%20-%20Oil%20Gas%20Mining%20Strategy%20v2.pdf>.
21. IDC FutureScape: Worldwide IT Industry 2020 Predication / F. Gens et al. // Framingham: International Data Corporation (IDC). 2019.
22. Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Левина А. И. Архитектура ИТ-сервисов информационных систем нефтеперерабатывающего предприятия // *Экономика и управление*. 2020. Т. 26. № 9(179). С. 1013—1020.
23. Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Левина А. И. Функциональные требования к ИТ-сервисам системы управления цепями поставок нефтеперерабатывающего предприятия // *Экономика и предпринимательство*. 2020. № 10(123). С. 987—992.
24. Papazoglou M. P., Van Den Heuvel W. J. Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues // *The VLDB Journal*. 2007. Vol. 16. No. 3. Pp. 389—415.
25. Clement S. J., McKee D. W., Xu J. Service-oriented reference architecture for smart cities // 2017 IEEE symposium on service-oriented system engineering (SOSE). IEEE, 2017. Pp. 81—85.
26. Дубгорн А. С., Светульников С. Г., Зотова Е. А. Основные проблемы цифровой трансформации бизнеса // *Глобальный научный потенциал*. 2019. № 8(101). С. 116—120.

### REFERENCES

1. Liu Y. et al. Life cycle assessment of petroleum refining process: a case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 256, pp. 120—422.
2. Meyers R. A. *Handbook of petroleum refining processes*. McGraw-Hill Education, 2016.
3. Morozov I. V. et al. Prospects for the development of the oil and gas industry in the regional and global economy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2018, vol. 8, no. 4, p. 55.
4. Koronатов N. N., Ilin I. V., Kalyazina S. E. Controlling the parameters of technological processes in oil refining. *Economics and Management*, 2020, vol. 26, no. 7(177), pp. 784—792. (In Russ.)

5. Ghobakhloo M. Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 252, pp. 869—872.
6. Cherepovitsyn A. E., Marchenko R. S., Larichkin F. D., Fedoseev S. V., Vorobev A. G. Formation of a register and risk assessment of a typical mining and processing investment project in the gold mining industry. *The North and the Market: Forming the Economic Order*, 2018, no. 3(59), pp. 43—52. (In Russ.)
7. Ardolino M. et al. The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies. *International Journal of Production Research*, 2018, vol. 56, no. 6, pp. 2116—2132.
8. Li Y., Dai J., Cui L. The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: a moderated mediation model. *International Journal of Production Economics*, 2020, vol. 229, pp. 107—177.
9. Zaki M. Digital transformation: harnessing digital technologies for the next generation of services. *Journal of Services Marketing*, 2019, vol. 33, iss. 4, pp. 429—435.
10. *Saudi Aramco annual report 2019*. URL: <https://www.aramco.com/-/media/publications/corporate-reports/saudi-aramco-ara-2019-english.pdf>.
11. *Solar power, a rising energy in China*. URL: <https://cn.total.com/en/solar-power-rising-energy-china>.
12. *How Shell is reinventing the fuel station for EVs*. URL: <https://www.autocar.co.uk/car-news/features/how-shell-reinventing-fuel-station-evs>.
13. *Booster*. URL: <https://www.trybooster.com>.
14. *Oil, Gas, and Energy*. URL: <https://www.sap.com/industries/oil-gas.html>.
15. *SAP Fieldglass*. URL: <https://www.fieldglass.net>.
16. *SAP Ariba*. URL: <https://www.ariba.com/ru-ru>.
17. *SAP Integrated Business Planning for Supply Chain*. URL: <https://www.sap.com/cis/products/integrated-business-planning.html>.
18. *Vivo Energy*. URL: <https://www.ibm.com/case-studies/vivo-energy-power-service>.
19. *Microsoft Azure*. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru>.
20. *Empowering the Oil & Gas and Mining Industry*. URL: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Whitepaper%20-%20Oil%20Gas%20Mining%20Strategy%20v2.pdf>.
21. Gens F. et al. IDC FutureScape: Worldwide IT Industry 2020 Predication. *Framingham: International Data Corporation (IDC)*, 2019.
22. Koronатов N. N., Ilin I. V., Lovina A. I. Architecture of IT services of oil refinery information systems. *Economics and Management*, 2020, vol. 26, no. 9(179), pp. 1013—1020. (In Russ.)
23. Koronатов N. N., Ilin I. V., Lovina A. I. Functional requirements to IT services of oil processing supply chain. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2020, no. 10(123), pp. 987—992. (In Russ.)
24. Papazoglou M. P., Van Den Heuvel W. J. Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues. *The VLDB journal*, 2007, vol. 16, no. 3, pp. 389—415.
25. Clement S. J., McKee D. W., Xu J. Service-oriented reference architecture for smart cities. In: *2017 IEEE symposium on service-oriented system engineering (SOSE)*. IEEE, 2017. Pp. 81—85.
26. Dubgorn A. S., Svetunkov S. G., Zotova E. A. Main problems of digital transformation of business. *Global Scientific Potential*, 2019, no. 8(101), pp. 116—120. (In Russ.)

**Как цитировать статью:** Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Калязина С. Е. Цифровая архитектура цепочки создания ценности нефтеперерабатывающей отрасли // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 3 (56). С. 11—18. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.56.301.

**For citation:** Koronатов N. N., Ilin I. V., Kalyazina S. E. Digital architecture of the value chain in the oil refining industry. *Business. Education. Law*, 2021, no. 3, pp. 11—18. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.56.301.