

Архитектура ИТ-сервисов информационных систем нефтеперерабатывающего предприятия

Коронатов Н. Н.¹, Ильин И. В.¹, Лёвина А. И.¹

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Нефтеперерабатывающее предприятие — это сложный комплекс процессного производства, требующий эффективной поддержки деятельности на всех уровнях со стороны информационных систем и технологий.

Цель. Разработать требования к ИТ-сервисам информационных систем нефтеперерабатывающего предприятия, сформированные в соответствии с архитектурным подходом к управлению предприятием.

Задачи. Проанализировать существующие подходы к формированию требований к информационным системам нефтеперерабатывающего предприятия; описать функциональные требования к информационным системам нефтеперерабатывающего предприятия; сформировать верхнеуровневую архитектуру ИТ-сервисов информационных систем нефтеперерабатывающего предприятия.

Методология. Методологической основой исследования является сервис-ориентированный подход к анализу требований системы управления предприятием к ИТ-поддержке.

Результаты. Авторами предложена модель сервис-ориентированного архитектурного решения по ИТ-поддержке процессов нефтеперерабатывающего предприятия и описаны специфические (отраслевые) требования к ИТ-сервисам систем классов BI, ERP, MES, АСУ ТП.

Выводы. Проектирование ИТ-архитектуры предприятия на основе сервисов позволяет спроектировать отвечающую актуальным потребностям бизнеса систему управления информационными потоками, включая автоматизированную систему. Особое внимание при проектировании ИТ-архитектуры нефтеперерабатывающего предприятия важно уделять системам управления производством (MES) и автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУ ТП). При внедрении подобных систем на практике используются ИТ-решения от разработчиков, специализирующихся на автоматизации предприятий нефтеперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: сервис-ориентированная архитектура, архитектура ИТ-сервисов, требования к ИТ-сервисам, нефтеперерабатывающее предприятие.

Для цитирования: Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Лёвина А. И. Архитектура ИТ-сервисов информационных систем нефтеперерабатывающего предприятия // *Экономика и управление*. 2020. Т. 26. № 9. С. 1013–1020. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-9-1013-1020>

IT Services Architecture for Oil Refinery Information Systems

Koronatov N. N.¹, Il'in I. V.¹, Levina A. I.¹

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

An oil refinery is a complex process manufacturing system that needs to be efficiently supported at all levels by information systems and technologies.

Aim. The presented study aims to formulate requirements for the IT services of oil refinery information systems in accordance with the architectural approach to enterprise management.

Tasks. The authors analyze existing approaches to the formation of requirements for oil refinery information systems, outline functional requirements for oil refinery information systems, and develop a high-level architecture for the IT services of oil refinery information systems.

Methods. The methodological basis of the study includes a service-oriented approach to analyzing the requirements of the enterprise management system for IT support.

Results. The authors propose a model service-oriented architectural solution for the IT support of oil refining processes and formulate industry-specific requirements for IT services in BI, ERP, MES, and APC systems.

Conclusions. By designing a service-based IT architecture for an enterprise, it is possible to implement an information flow management system that would meet current business needs, including an auto-

mated system. When designing the IT architecture of an oil refinery, it is important to pay special attention to manufacturing execution systems (MES) and automated process control systems (APCS). Implementations of such systems use IT solutions designed by developers specializing in the automation of oil refining enterprises.

Keywords: *service-oriented architecture, IT services architecture, IT service requirements, oil refinery.*

For citation: Koronатов N.N., Il'in I.V., Levina A.I. IT Services Architecture for Oil Refinery Information Systems. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2020;26(9):1013-1020 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-9-1013-1020>

Введение

Нефтеперерабатывающее предприятие — это сложный комплекс процессного производства, обеспечивающий переработку сырой нефти в широкий ассортимент товарной продукции (бензин, керосин, дизельное топливо, сжиженные углеводородные газы) и ее отгрузку потребителям. Нефтеперерабатывающие заводы представляют собой производственную среду со сложным технологическим оборудованием, резервуарами для хранения и разветвленной сетью трубопроводов. Такие комплексы требуют использования информационных систем и технологий. Управление производством подразумевает взаимодействие разнородных ресурсов, реализацию четко спланированных и синхронизированных действий по реализации как процессов производства, так и учетных процедур. Автоматизация нефтеперерабатывающего предприятия требует проектирования и внедрения систем ИТ-поддержки производственных, технологических и бизнес-процессов, которые обеспечат эффективное управление на основе реализуемых ИТ-решений.

Одним из ключевых атрибутов интеллектуального технологического производства служит оперативная гибкость, т. е. быстрое реагирование на новые ситуации, вызванные изменениями в качестве сырья, рыночном спросе, ценах на продукцию и энергоносители. Такие неопределенности существенно повлияют на работу предприятия. Возможность внесения изменений в операционные стратегии (изменение параметров технологического режима, замена катализаторов, реконструкция технологической схемы и другие) — одна из основ оптимизации производственных процессов по улучшению качества выпускаемых товаров, повышению выхода высокомаржинальной продукции с сокращением производственных издержек [1]. Сложность систем управления параметрами производственных процессов предъявляет требования к соответствующим системам управления, которые обуславливают разработку и внедрение сервис-ориентированных ИТ-архитектур.

В настоящей статье описаны требования к ИТ-сервисам информационных систем нефтеперерабатывающего предприятия, сформиро-

ванные в соответствии с архитектурным подходом к управлению предприятием. Спроектированная подобным образом архитектура сервисов позволит сформировать адекватную потребностям процессов ИТ-поддержку, свести к минимуму вмешательство человека в производственные и технологические процессы, уменьшить вероятность ошибок производственных и учетных процессов, обеспечить оперативность принятия решений и реализации управленческих воздействий.

Методология

Используемый нами в процессе исследования сервис-ориентированный подход к анализу требований системы управления предприятием к ИТ-поддержке базируется на сервис-ориентированном представлении архитектуры предприятия [2].

Архитектура предприятия представляет собой комплексную модель, объединяющую разнородные по своей природе элементы, совместно обеспечивающие эффективное операционное управление. Модель архитектуры предприятия содержит в рамках единого комплекса такие элементы, как материально-производственную инфраструктуру, бизнес-процессы, организационную структуру, документооборот, информационные системы и приложения, архитектуру данных и другие. Для эффективной совместной работы перечисленных элементов важно согласовать их возможности по реализации определенной функциональности в соответствии с требованиями информационного обмена [3]. Такое согласование происходит посредством проектирования системы сервисов, оказываемых одними элементами в ответ на требования других. Благодаря применению подобного подхода создается архитектура предприятия, адекватная своему предназначению и гибко реагирующая на изменяющиеся условия.

Так, система бизнес-процессов определяет требования к соответствующей ИТ-поддержке со стороны информационных систем и приложений. В ответ последние предоставляют ИТ-сервисы, реализующие необходимый функционал по автоматизации процессов. Архитектура ИТ-сервисов отражает структуру требований со

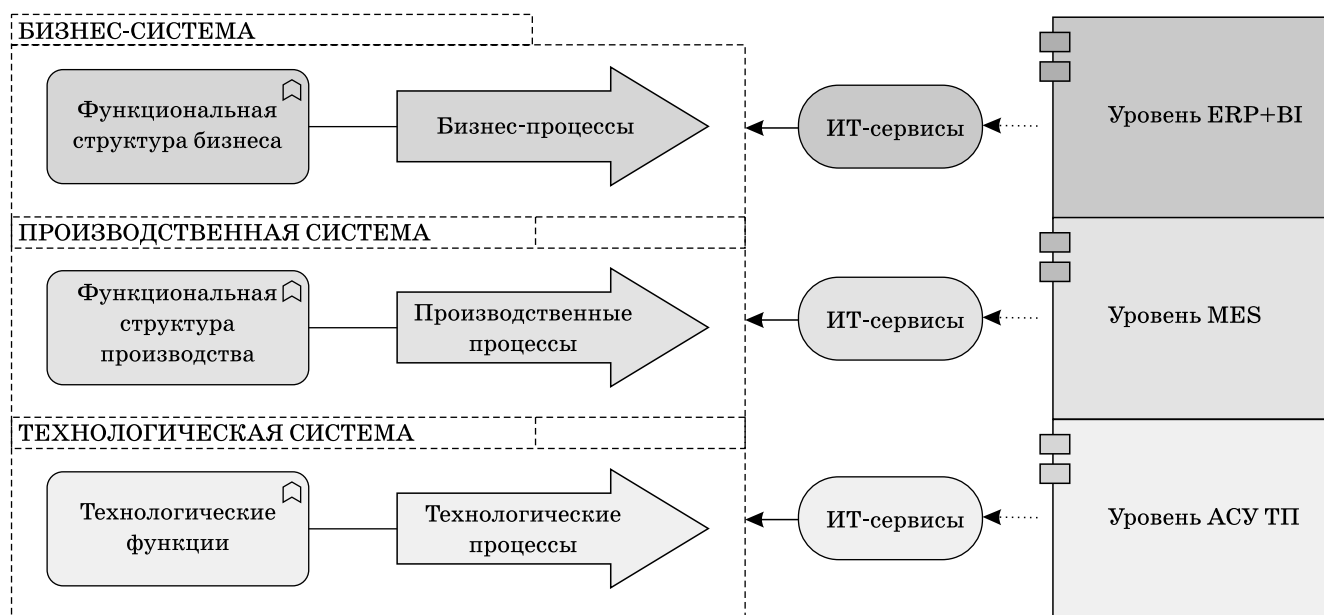


Рис. 1. Уровни информационных систем производственного предприятия

стороны бизнес-процессов по предоставлению и обработке информации информационными системами предприятия. ИТ-сервисы подлежат декомпозиции, как и обслуживаемые ими процессы.

В данном случае архитектура ИТ-сервисов нефтеперерабатывающего предприятия сформирована в соответствии с принятой классификацией информационных систем производственного предприятия, на котором выделяют отраженные на рисунке 1 уровни информационных систем: BI, ERP — уровень управления бизнесом, предприятием; MES — уровень управления производством, цехом; SCADA (или АСУ ТП) — уровень управления технологическими процессами.

Выделенные классы информационных систем предприятия выполняют следующие задачи:

- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) собирают и агрегируют данные контрольно-измерительных приборов и локальных систем управления, которыми оснащена технологическая схема и оборудование; передают технологическому оборудованию управляющие сигналы;
- Manufacturing Execution System (MES) — автоматизированная система управления производством, которая решает задачи синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках конкретного производства (цеха) в режиме реального времени;
- Enterprise Resource Planning (ERP) — система планирования ресурсов предприятия, решающая задачи управления хозяйственной и финансовой деятельностью предприятия;
- Business Intelligence (BI) — системы бизнес-аналитики, использующиеся для анализа бизнес-информации, обеспечивают анализ данных в историческом, текущем и прогнозном аспектах [4].

На производственных предприятиях, к которым относятся и нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), особое внимание уделяется вопросам автоматизации производства, т. е. автоматизации деятельности производственных подразделений (цехов). Продукция НПЗ производится на постоянной основе, поэтому производственная система должна постоянно контролироваться по целому ряду параметров — давлению, температуре, вибрации, иным [5]. На нефтеперерабатывающем производстве целью применения информационных систем, технологий и приложений является обеспечение безопасности, надежности, оперативности. Управление технологическими процессами реализуется с использованием приборов и датчиков, которыми оснащено производственное оборудование, вся информация уровня цеха аккумулируется и диспетчеризируется на операторских станциях.

К приборам автоматизации технологических процессов относятся программируемые логические контроллеры (ПЛК), интеллектуальные электронные устройства (IED), человеко-машинные интерфейсы (HMI), рабочие станции операторов или инженеров, серверы, принтеры и беспроводные устройства [6; 7]. Их можно разделить на операционные (непосредственно связанные с поддержкой операций нефтеперерабатывающего завода, такие как системы управления технологическим процессом или системами безопасности) и мультисервисные приложения (либо поддерживающие такие операции, как видеонаблюдение, либо приложения, более связанные с бизнес-приложениями, такими как голос и корпоративные данные) [8].

Развитие архитектуры информационных систем связано прежде всего с эволюцией концепции ERP до ERP II и ERP III. Классическая концепция ERP подразумевает, что предпри-

ятие, как участник цепи поставок, должно иметь хорошо отлаженную внутрифирменную логистику материальных потоков (включая управление финансами, активами, запасами, планирование производства). Системы класса ERP предназначены для интеграции бизнес-процессов компании. С развитием идеологии управления цепями поставок изменился и подход к их автоматизации: в контур ERP II включаются модули, связанные со взаимодействием с другими участниками цепи поставок — CRM (управление взаимоотношениями с клиентами), SRM (управление взаимоотношениями с поставщиками), SCM (управление цепями поставок), HR (управление персоналом) и др.

Концепция ERP III подразумевает развитие функционала корпоративной информационной системы в сторону интеграции с интернетом, интеграции данных из различных источников, более тесной интеграции с клиентами, интеграции с физическими объектами (производственным оборудованием, роботизированными системами) посредством системы сервисов [9]. Для нефтеперерабатывающего предприятия развитие корпоративных информационных систем в соответствии с концепцией ERP III предполагает проектирование и внедрение сервисов, связанных с обеспечением взаимодействия между бизнес-системами (BI, ERP) и производственными системами (MES, АСУ ТП), а также цифровых сервисов по передаче данных от производственного оборудования в производственные системы.

В части сервисов, выделяемых в архитектуре современных нефтеперерабатывающих предприятий, Cisco делает акцент на необходимости таких, которые обусловлены повышенными требованиями к безопасности, мобильности сотрудников, доступу к данным и совместной работе с удаленными специалистами [8]. В их числе — интеграция корпоративной информационной системы с мобильными приложениями и устройствами; контроль доступа к объектам; контроль доступа к данным; возможность голосовой и видеосвязи; отслеживание местоположения (людей, активов, транспорта).

Результаты

Архитектура современного производственного предприятия подразумевает наличие единого информационного пространства, интегрирующего данные из всех подсистем корпоративной информационной системы — АСУ ТП, MES, ERP, BI. Анализ функциональной модели и системы производственных, технологических и бизнес-процессов нефтеперерабатывающего предприятия [10; 11] позволяет сформировать сервис-ориентированную модель взаимодействия процессов и ИТ-систем нефтеперерабатывающего предприятия, как показано на рисунке 2.

На рисунке 2 в общем виде показано взаимодействие различных классов информационных систем производственного предприятия с подсистемами технологических, производственных и бизнес-процессов. Детально требования к ИТ-сервисам описаны ниже.

ERP-системы реализуют широкий функционал по управлению такими функциями любого предприятия, как управление финансами, управление персоналом, управление закупками и продажами, иными. Функции, представленные в ERP-системах, стандартны для предприятий различных отраслей. Ниже перечислены специфические для нефтеперерабатывающего производства требования к сервисам ERP. BI-системы в тесном взаимодействии с первичными данными из ERP позволяют реализовывать сложную аналитику для поддержки принятия управленческих решений. Специфичны требования к ИТ-сервисам систем уровня BI и ERP нефтеперерабатывающего предприятия:

- подсистема планирования производства:
 - определение эффективного плана производства нефтепродуктов на основе качества исходного сырья и в соответствии с требованиями заключенных договоров на закупку нефтепродуктов, по критерию минимизации издержек;
- подсистема маркетинговой аналитики:
 - статистический анализ спроса на нефтепродукты, в том числе с учетом фактора сезонности;
 - анализ цен на нефтепродукты, сырую нефть, энергоносители и другие составляющие производства;
 - прогноз спроса и цен на нефтепродукты, сырую нефть, энергоносители и другие составляющие производства;
 - прогнозирование качества поступающей товарной нефти с применением методов нелинейной регрессии;
 - прогнозирование результатов нефтепереработки на основе прогноза качества товарной нефти с применением методов нелинейной регрессии;
- подсистема управления складскими запасами:
 - мониторинг и контроль текущего состояния запасов сырой нефти;
 - мониторинг заполнения резервуаров хранения нефтепродуктов;
 - расчет точки заказа (срок, количество по видам сырья);
 - информирование об уровне запасов сырья;
 - информирование о заполнении резервуаров хранения сырой нефти и нефтепродуктов;
- подсистема управления продажами:
 - контроль заключенных договоров на продажу нефтепродуктов (по срокам, количеству, качеству);

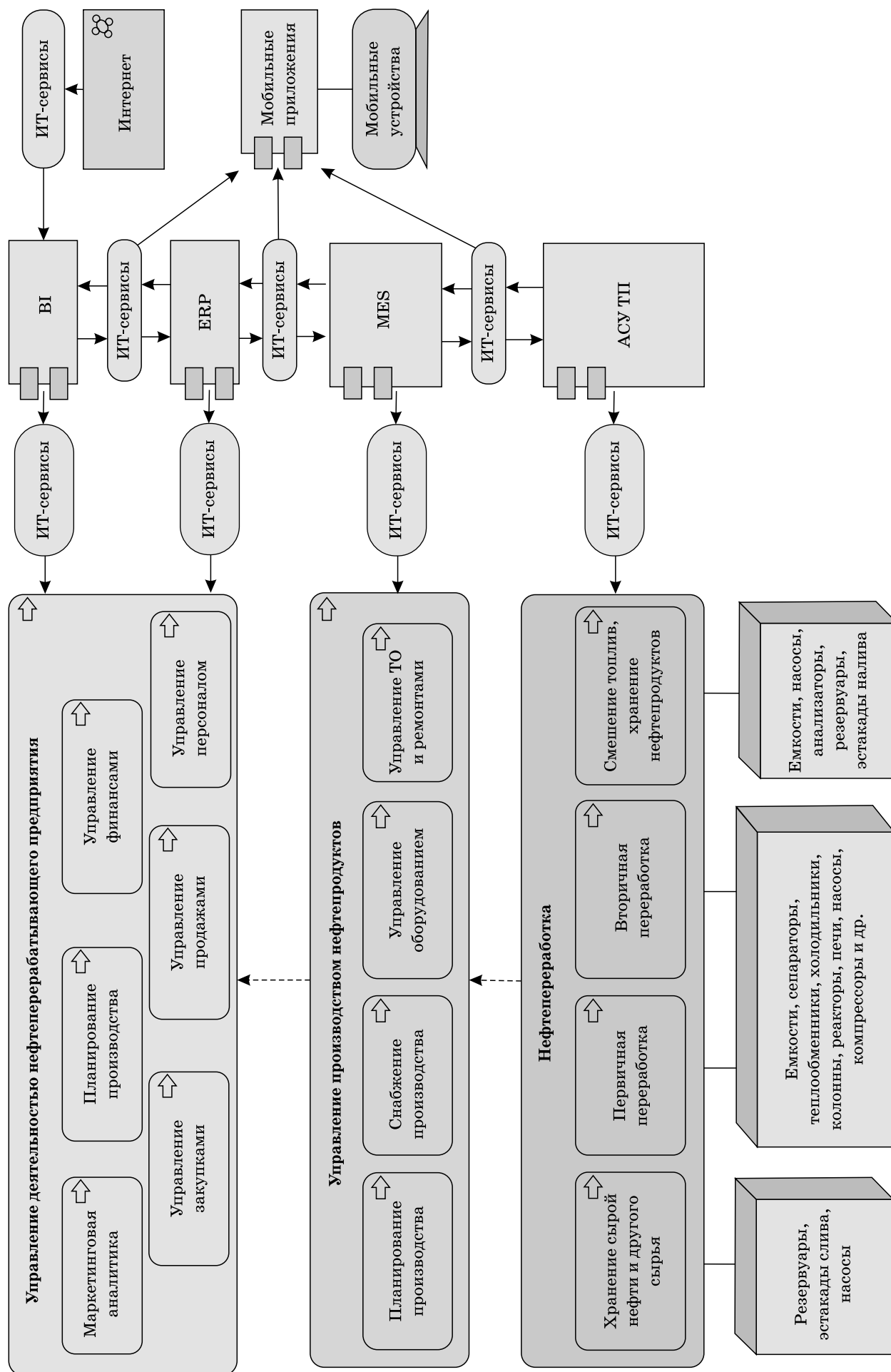


Рис. 2. Сервис-ориентированная модель архитектуры ИТ-поддержки процессов нефтеперерабатывающего предприятия

- план продаж на период (по срокам, количеству, качеству);
- контроль отгрузки нефтепродуктов в соответствии с заключенными договорами.

Руководителям производственных подразделений необходимо сбалансировать потребности, плановую выработку продукции с уровнем запасов сырья, возможностями производственных мощностей. Это означает, что им должна быть доступна своевременная и точная информация для принятия решения о возможности выработать очередную партию продукции и о том, какое влияние это окажет на остальную часть производственного графика. MES-системы предоставляют руководителям производства доступ к необходимым данным о производительности в режиме реального времени и позволяют оперативно оценивать возможности эффективного использования производственных ресурсов. MES-системы сфокусированы на управлении операционной деятельности цеха (завода) и обеспечивают прозрачность информации как на производстве, так и на предприятии и по всей цепочке поставок.

Охарактеризуем ряд требований к ИТ-сервисам систем уровня MES:

- подсистема управления производством:
 - формирование производственной программы на плановый период в соответствии с имеющимися производственными мощностями, планируемым объемом продаж по видам, качеству и количеству нефтепродуктов, сроками поставок с учетом качества поставляемой нефти;
 - потребности в сырье по видам, качеству и количеству в соответствии с планом производства с учетом сроков поставки;
 - возможность динамичной корректировки и пересчета плана производства;
 - отчетность о фактическом производстве по видам, качеству, срокам и объемам;
 - информирование о фактическом производстве продукции по видам, качеству, количеству и срокам в позаказном разрезе;
 - упреждающее информирование о прогнозируемых рисках невыполнения плана производства в позаказном разрезе.

Системы АСУТП нефтеперерабатывающего предприятия реализуют сбор информации через удаленные терминалы, программируемые логические контроллеры (ПЛК) и интеллектуальные электронные устройства с передачей ее обратно на центральную станцию для проведения необходимого анализа, выработки управляющих воздействий, а также для отображения информации на операторских экранах. Таким образом, наиболее важными компонентами системы АСУТП являются мастер-станция, удаленные терминалы и связь между ними.

Для формирования требований к системам класса АСУТП нефтеперерабатывающего пред-

приятия важно понимать его структуру, состоящую из набора различных технологических процессов (установок, участков, объектов). Производственную инфраструктуру нефтеперерабатывающего производства можно разделить на несколько основных блоков: хранение сырой нефти, первичная переработка, вторичная переработка, компаундирование (смешение) моторных топлив, хранение/отгрузка товарных продуктов. Поступление/отгрузка и размещение на предприятии сырья и нефтепродуктов на предприятии обеспечивается на участках, оборудованных сливо-наливными эстакадами, резервуарами и насосным оборудованием.

Технологические установки, на которых ведется первичная и вторичная переработка нефти, представляют собой набор оборудования (емкости, электродегидраторы, теплообменники, печи, ректификационные колонны, холодильники, сепараторы, реактора, абсорберы, адсорберы, десорберы, насосы, компрессоры и др.), связанного между собой системой трубопроводов, что обеспечивает проведение специализированных производственных процессов [12; 13; 14]. Контроль за технологическими параметрами и безопасностью проводимых на установках процессов, а также управление ими в автоматическом режиме, включая слив/налив сырья, нефтепродуктов, учет переработанной нефти и полученной продукции на всех производственных этапах, ведется системами АСУ ТП с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), в которые входят приборы давления; уровнемеры; приборы измерения температуры; расходомеры; регулирующие и отсекающие клапаны; анализаторы качества; датчики дозрыльных концентраций и др. Приготовление моторных топлив ведется на станциях смешения, оснащенных емкостями, дозирующими насосами, приборами КИПиА, регуливающими клапанами, анализаторами качества.

Требованиями к ИТ-сервисам систем уровня АСУТП нефтеперерабатывающего предприятия являются:

- настройка параметров технологических процессов в соответствии с разработанной производственной программой;
- контроль параметров работы технологического оборудования;
- вывод отдельных видов оборудования или всей установки в безопасное состояние по разработанным алгоритмам при превышении допустимого уровня какого-либо из параметров;
- человеко-машинный интерфейс для управления параметрами работы технологического оборудования и установки в целом;
- визуализация параметров работы технологического оборудования.

Выводы

Эффективное управление нефтеперерабатывающим предприятием подразумевает необходимость владения полной, достоверной и актуальной информацией на всех уровнях деятельности предприятия: управления отдельными технологическими установками, управления производственными подразделениями, принятия бизнес-решений. Подобную возможность представлять информацию в максимально детализированном и в надлежащем образом агрегированном виде предоставляет корпоративная, многоуровневая ИТ-архитектура производственного предприятия.

В настоящей статье сформированы требования к ИТ-сервисам информационных систем не-

фтеперерабатывающего предприятия на основе актуальных трендов развития архитектуры информационных систем и потребностей нефтеперерабатывающих предприятий. Проектирование ИТ-архитектуры предприятия на базе сервисов позволяет спроектировать отвечающую актуальным потребностям бизнеса систему управления информационными потоками, включая автоматизированную систему. Особое внимание при проектировании ИТ-архитектуры нефтеперерабатывающего предприятия важно уделять системам управления производством (MES) и системам управления технологическими процессами (АСУ ТП). При внедрении подобных систем на практике используются ИТ-решения от разработчиков, специализирующихся на автоматизации предприятий конкретных отраслей.

Литература

1. Чернышева А. В. Создание потребительской ценности продукта // Новые технологии — нефтегазовому региону: материалы Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. / отв. ред. О. А. Новоселов. Тюмень: Тюменский госуд. нефтегазовый ун-т, 2015. С. 75–78.
2. Козин Е. Г., Ильин И. В., Левина А. И. Реинжиниринг ИТ-архитектуры предприятия на базе сервис-ориентированного анализа архитектуры предприятия // Перспективы науки. 2016. № 9 (84). С. 48–56.
3. Лепехин А. А., Ильин И. В., Дубгорн А. С. Применение архитектурного подхода в проектах внедрения информационных систем // Неделя науки СПбПУ: материалы науч. форума с междунар. участием / отв. ред. О. В. Калинина, С. В. Широкова. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2015. С. 193–195.
4. Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Светульников С. Г. Прогнозная аналитика производства нефтепродуктов в зависимости от качества сырой нефти на примере ООО «КИНЕФ» // Экономика и предпринимательство. 2020. № 9 (122). С. 1033–1039. DOI: 10.34925/EIP.2020.122.9.203
5. Анализ организации логистической цепи [Электронный ресурс]. URL: <https://avege.ru/russian/project/pldob20.shtml> (дата обращения: 04.08.2020).
6. Финансовая отчетность компаний нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pwc.ru/ru/oil-and-gas/pdf/pwc-ifs-for-o&g-18-rus.pdf> (дата обращения: 04.08.2020).
7. Васина А. Б. Системный подход к управлению производственными запасами на предприятиях нефтегазового комплекса // Российское предпринимательство. 2012. № 9 (207). С. 85–91.
8. Connected refineries and processing plant [Электронный ресурс]: Cisco reference document (CRD). San José, CA: Cisco Systems, Inc.; 2016. 112 p. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/manufacturing/connected-refineries-pocessing-plant.pdf (дата обращения: 04.08.2020).
9. Vasiliev J. The change from ERP II to ERP III systems // 3rd International conference on application of information and communication technology and statistics in economy and education (ICAICTSEE — 2013). Sofia: UNWE, 2013. P. 382–384.
10. 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. DOI: 10.35854/1998-1627-2020-7-784-792
11. Ильин И. В., Коронатов Н. Н. Математическое моделирование управления производством нефтепродуктов // Журнал исследований по управлению. 2020. Т. 6. № 3. С. 87–94.
12. Нефтехранилище (нефтебаза, нефтетерминал) [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141703-neftekhranilishche-neftebaza-nefteterminal/> (дата обращения: 04.08.2020).
13. Схема цепочки поставок нефти и нефтепродуктов по системе «Транснефть» [Электронный ресурс] // Транснефть. 2018. URL: <https://sdr2018.transneft.ru/oil-and-petroleum-supply-chain> (дата обращения: 04.08.2020).
14. Щербанин Ю. А. Логистика в нефтегазовой отрасли: некоторые положения и соображения // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2016. № 4. С. 22–24.

References

1. Chernysheva A.V. Creating customer value of the product. In: New technologies for the oil and gas region. Proc. All-Russ. sci.-pract. conf. with int. particip. Tyumen: Tyumen State Oil and Gas University; 2015:75-78. (In Russ.).
2. Kozin E.G., Il'in I.V., Levina A.I. Reengineering of enterprise IT architecture based on service-oriented analysis of enterprise architecture. *Perspektivy nauki = Science Prospects*. 2016;(9):48-56. (In Russ.).
3. Lepekhin A.A., Il'in I.V., Dubgorn A.S. Application of the architectural approach in projects for the implementation of information systems. In: SPbPU science week. Proc. sci. forum with int. particip. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 2015:193-195. (In Russ.).

4. Koronатов N.N., Il'in I.V., Svetun'kov S.G. Predictive analytics of petroleum product production depending on the quality of crude oil on the example of LLC "KINEF". *Ekonomika i predprinimatel'stvo* = *Journal of Economy and Entrepreneurship*. 2020;(9):1033-1039. (In Russ.). DOI: 10.34925/EIP.2020.122.9.203
5. Analysis of the supply chain organization. URL: <https://avege.ru/russian/project/pldob20.shtml> (accessed on 04.08.2020). (In Russ.).
6. Financial statements of companies in the oil and gas industry. Moscow: PwC; 2018. 132 p. URL: <https://www.pwc.ru/ru/oil-and-gas/pdf/pwc-ifs-for-o&g-18-rus.pdf> (accessed on 04.08.2020). (In Russ.).
7. Vasina A.B. A systematic approach to inventory management at oil and gas companies. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* = *Russian Journal of Entrepreneurship*. 2012;(9):85-91. (In Russ.).
8. Connected refineries and processing plant: Cisco reference document (CRD). San José, CA: Cisco Systems, Inc.; 2016. 112 p. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/manufacturing/connected-refineries-pocessing-plant.pdf (accessed on 04.08.2020).
9. Vasiliev J. The change from ERP II to ERP III systems. In: 3rd Int. conf. on application of information and communication technology and statistics in economy and education (ICAICTSEE — 2013). Sofia: UNWE; 2013:382-384.
10. Koronатов N.N., Il'in I.V., Kalyazina S.E. Controlling the parameters of technological processes of oil refining. *Ekonomika i upravlenie* = *Economics and Management*. 2020;26(7):784-792. (In Russ.). DOI: 10.35854/1998-1627-2020-7-784-792
11. Il'in I.V., Koronатов N.N. Mathematical modeling of petroleum product management. *Zhurnal issledovaniy po upravleniyu* = *Journal of Management Studies*. 2020;6(3):87-94. (In Russ.).
12. Oil storage (tank farm, oil terminal). Neftegaz.ru. 2012. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141703-neftekhranilishche-neftbaza-nefteterminal/> (accessed on 04.08.2020). (In Russ.).
13. Scheme of the supply chain of oil and oil products through the Transneft system. Transneft. 2018. URL: <https://sdr2018.transneft.ru/oil-and-petroleum-supply-chain> (accessed on 04.08.2020). (In Russ.).
14. Shcherbanin Yu.A. Logistics in the oil and gas industry: some provisions and considerations. *Transport i khranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ya* = *Transport and Storage of Oil Products and Hydrocarbons*. 2016;(4):22-24. (In Russ.).

Сведения об авторах

Коронатов Николай Николаевич

ассистент Высшей школы управления и бизнеса
Института промышленного менеджмента,
экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул.,
д. 29, Россия

Ильин Игорь Васильевич

доктор экономических наук, профессор, директор
Высшей школы управления и бизнеса Института
промышленного менеджмента, экономики
и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул.,
д. 29, Россия

(✉) e-mail: igor.ilin@spbstu.ru

Лёвина Анастасия Ивановна

кандидат экономических наук, доцент, доцент
Высшей школы управления и бизнеса Института
промышленного менеджмента, экономики
и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая,
д. 29, Россия

(✉) e-mail: alyovina@gmail.com

Information about Authors

Nikolay N. Koronатов

Assistant of the Graduate School of Economics
and Management of the Institute of Industrial
Management, Economics and Trade

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, 195251,
Russia

Igor' V. Il'in

Doctor of Sciences (Economics), Professor,
Director of the Graduate School of Economics
and Management of the Institute of Industrial
Management, Economics and Trade

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, 195251,
Russia

(✉) e-mail: igor.ilin@spbstu.ru

Anastasiya I. Levina

Candidate of Sciences (Economics), Associate
Professor, Associate Professor of the Graduate School
of Economics and Management of the Institute
of Industrial Management, Economics and Trade

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, 195251,
Russia

(✉) e-mail: alyovina@gmail.com

Поступила в редакцию 20.08.2020
Подписана в печать 11.09.2020

Received 20.08.2020
Accepted 11.09.2020