

Управление параметрами технологических процессов нефтепереработки

Н. Н. Коронатов¹, И. В. Ильин¹, С. Е. Калязина¹

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

Цель. Целью данной статьи является разработка референтной модели системы процессов управления параметрами технологических процессов установок, участвующих в производстве товарных нефтепродуктов.

Задачи. Использовать специально разработанные математические модели, позволяющие выбирать оптимально настроенные параметры технологических процессов по критерию минимизации издержек производства; учесть требование, связанное с необходимостью поставки конечных нефтепродуктов в количествах, определяемых на основе системы договоров с клиентами; сформулировать ландшафт процессов нефтеперерабатывающего завода; на этой основе определить основные бизнес-процессы нефтеперерабатывающего завода.

Методология. В качестве методологической основы статьи используются процессный подход, управление процессами, теория принятия решений, теория оптимизации. При проведении исследования использовалась информация о бизнес-процессах нефтеперерабатывающего предприятия, а также результаты исследований по составлению специализированных математических моделей для прогнозной аналитики производства нефтепродуктов.

Результаты. Результатом исследования является модель системы основных бизнес-процессов нефтеперерабатывающего предприятия. Также в статье уделяется внимание последующей автоматизации процессов на основе разработанных моделей.

Выводы. На основе построения ландшафта процессов и выявления основных бизнес-процессов нефтеперерабатывающего завода возможно построить референтную модель системы процессов управления параметрами технологических процессов нефтепереработки. Дальнейшие исследования будут посвящены оптимизации и автоматизации данной системы бизнес-процессов.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающее предприятие, референтная модель, ландшафт бизнес-процессов, прогнозная аналитика, управление параметрами.

Для цитирования: Коронатов Н. Н., Ильин И. В., Калязина С. Е. Управление параметрами технологических процессов нефтепереработки // *Экономика и управление*. 2020. Т. 26. № 7. С. 784–792. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-7-784-792>

Controlling the Parameters of Technological Processes Involved in Oil Refining

N. N. Koronotov¹, I. V. Il'in¹, S. E. Kalyazina¹

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

Aim. The presented study aims to develop a reference model of a system of processes for controlling the parameters of technological processes of installations involved in the production of commercial petroleum products.

Tasks. The authors use specially designed mathematical models to select optimally configured parameters of technological processes based on the criterion of minimizing production costs; consider the need to supply final petroleum products in quantities determined by a system of contracts with customers; formulate the process landscape of an oil refinery and identify the main business processes.

Methods. The methodological basis of this study includes the process approach, process management, decision-making theory, and optimization theory. The study uses information about the business processes of an oil refinery and the results of research on the development of specialized mathematical models for the predictive analytics of petroleum production.

Results. The result of the study is a model of the system of basic business processes of an oil refinery, with a focus on the subsequent automation of processes based on the developed models.

Conclusions. By constructing the process landscape and identifying the main business processes of an oil refinery, it is possible to build a reference model for the system of processes for controlling the parameters of technological processes involved in oil refining. Further research will focus on optimizing and automating this system of business processes.

Keywords: oil refinery, reference model, business process landscape, predictive analytics, parameter control.

For citation: Koronатов N.N., Il'in I.V., Kalyazina S.E. Controlling the Parameters of Technological Processes Involved in Oil Refining. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2020;26(7):784-792 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-7-784-792>

Введение

Задача производства товарных нефтепродуктов с наименьшими производственными затратами и соответствующее определение таких параметров технологических процессов, которые обеспечивают наименьшие производственные издержки, является актуальной для нефтеперерабатывающих предприятий. Настройка параметров технологических процессов зависит от параметров качества поступающей на предприятие сырой нефти, которые могут существенно различаться. Соответственно, целесообразна постоянная корректировка параметров технологических процессов с учетом входного контроля качественных характеристик поступающего на переработку сырья. В связи с этим необходима разработка моделей архитектуры управления технологическими процессами для решения задачи минимизации издержек по производству товарных нефтепродуктов. В основе архитектурных решений лежат модели процессов. Задачей данной статьи является разработка системы бизнес-процессов, обеспечивающих управление технологическими процессами с точки зрения минимизации производственных издержек. Такое управление позволит рассчитывать параметры процессов на всех стадиях производства с целью достижения требуемых конечных характеристик.

Обзор литературы

Нефтеперерабатывающий завод имеет сырьевые и товарные резервуары, трубопроводы, различные виды оборудования, обеспечивающие переработку нефти. Сырая нефть, поступающая на завод, размещается в резервуарах, из которых по трубопроводу направляется в электродегидраторы установок первичной переработки нефти и далее во фракционирующие колонны атмосферного блока для получения бензиновых, керосиновых и дизельных прямогонных фракций и мазута. При наличии на установке вакуумного блока мазут может подаваться в вакуумную колонну для получения газойлевых фракций и гудрона. Продукты, полученные на первой стадии пере-

работки нефти, в последующем направляются на вторичные процессы переработки с целью получения различных компонентов товарной продукции [1]. В соответствии с технологией производства полученные компоненты смешиваются в необходимых пропорциях на специальных станциях для производства товарных нефтепродуктов требуемого количества и качества [2]. При этом часть прямогонных продуктов (мазут, вакуумный газойль, гудрон) может направляться на узлы смешения или в резервуары в качестве компонентов или товарной продукции.

Для производства конечных нефтепродуктов необходимого ассортимента и в требуемом количестве нефтеперерабатывающий завод использует в качестве сырья, в общем случае, нефть, состоящую из смеси нефти различных месторождений, в разных пропорциях и, следовательно, с изменяющимися параметрами качества. Для оптимизации технологических процессов в этих условиях необходимо решить ряд задач. Предприятие при этом рассматривается как гибридная система с дискретными событиями и непрерывными процессами [3–5].

Нефтепереработка является одним из наиболее сложных видов деятельности в нефтяной промышленности [6]. Применение информационных технологий повышает управляемость производства, что в свою очередь повышает конкурентоспособность и прибыльность. Их использование поддерживает такие критически важные процессы, как производственное планирование и краткосрочное планирование. В настоящее время уже применяются такие системы на основе нелинейного программирования и смешанного целочисленного линейного программирования: PIMS (система моделирования в обрабатывающей промышленности), RPMS (система нефтеперерабатывающего и нефтехимического моделирования) [6]. При этом решаются задачи минимизации затрат, связанных с запасами сырой нефти, полуфабрикатов и товарной продукции, а также затрачиваемыми энергоресурсами, реагентами, присадками; оптимизации производительности установок с учетом их энергоэффективности; сокращения производства низкомаржинальной

продукции; сведения к минимуму количества используемых цистерн и др.

В связи с этим задача минимизации стоимости производства при условии обеспечения выпуска требуемого количества и качества конечной товарной продукции является весьма актуальной. Для ее решения предполагается сформировать систему управления настройкой параметров технологических процессов. Например, одновременно можно управлять настройкой параметров установок первичной переработки исходя из качества сырья, выходом получаемой продукции, энергоэффективностью.

Для современной промышленности характерен постепенный переход к организации производства на основе парадигмы Индустрии 4.0. С этим связано появление «умных» производств. В основе умных производств в первую очередь лежит автоматизация процессов производства и управления. Примером автоматизации процессов являются системы, разработанные для управления технологическими процессами на установках, выявления и устранения нарушений регламентов этих процессов, анализа данных о работе оборудования и энергозатрат технологических процессов, вывода процесса в безопасное состояние или его автоматическая остановка при возникновении различных неполадок или аварий, повышения эффективности вычислений и т. д. На базе внедренных данных сервис-ориентированных архитектурных моделей и системы производственного учета возможна последующая разработка интеллектуальной системы планирования для нефтеперерабатывающего предприятия, способной обеспечить оптимизацию производственных процессов для производства продукции требуемого количества и качества с минимальными затратами.

Например, при применении Интернета вещей (IoT) данные о количестве и качестве вырабатываемой продукции на всех этапах переработки нефти поступают в реальном времени. Системы планирования и учета производства предполагают бесшовную интеграцию с установленными устройствами IoT [7]. Полученная информация применяется для оценки возможности исполнения плана, энергозатрат, затрачиваемых материалов на производство продукции (в целом по предприятию и отдельно по каждому технологическому объекту), состояния оборудования, управления нештатными ситуациями, а также для последующего формирования перспективных планов (месяц, квартал, год и т. д.) [8]. Также возможен мониторинг ключевых показателей эффективности [9].

При построении модели необходимо учитывать баланс между эффективностью и ста-

бильностью. Уже используются такие методы моделирования, как метод Грейсона-Стрида (для моделирования и симуляции процесса гидрирования сланцевой нефти), метод ВК10 (для моделирования системы фракционирования сланцевой нефти) [10], системы обнаружения аномалий для мониторинга в нефтегазовой промышленности на основе комплексов WSN или SCADA. Модели на основе архитектуры, включающей устройства IoT, поддерживают функциональные и бизнес-требования цепочки создания стоимости нефтепродуктов [11–12]. При этом важна также оценка инвестиций (в оборудование, средства управления, землю, инженерный надзор, строительные и монтажные работы и т. д.). Для такой оценки могут быть использованы различные показатели инвестиционного анализа, такие как внутренняя норма доходности и др.

Все выше перечисленные положения позволяют сделать вывод о целесообразности разработки референтных моделей процессов для нефтеперерабатывающего предприятия, позволяющих при их внедрении учитывать возможности автоматизации и оптимизации процессов.

Методология

В качестве методологической основы исследования используются процессный подход, управление процессами, теория принятия решений, теория оптимизации.

При использовании процессного подхода сначала документируются фактические бизнес-процессы организации. Затем производится моделирование процессов, которое может быть использовано для представления текущих процессов и иллюстрации требуемой бизнес-ситуации, которую организация стремится достичь на основе определенных целей процесса. Дальнейший анализ процессов позволяет выявить потенциал оптимизации, которая дает возможность осуществлять его непрерывное улучшение. Управление процессами позволяет определять, измерять бизнес-процессы, производить их мониторинг и повышение эффективности их эксплуатации. При этом основными целями для компании являются повышение удовлетворенности потребителей вырабатываемой продукции, повышение производительности труда. Для достижения этих целей процессное управление направлено на повышение эффективности, прозрачности управления. С помощью автоматизации управление процессами позволяет повышать качество продукции и степень ее соответствия требованиям.

В основе метода лежит моделирование системы бизнес-процессов, обеспечивающих управ-

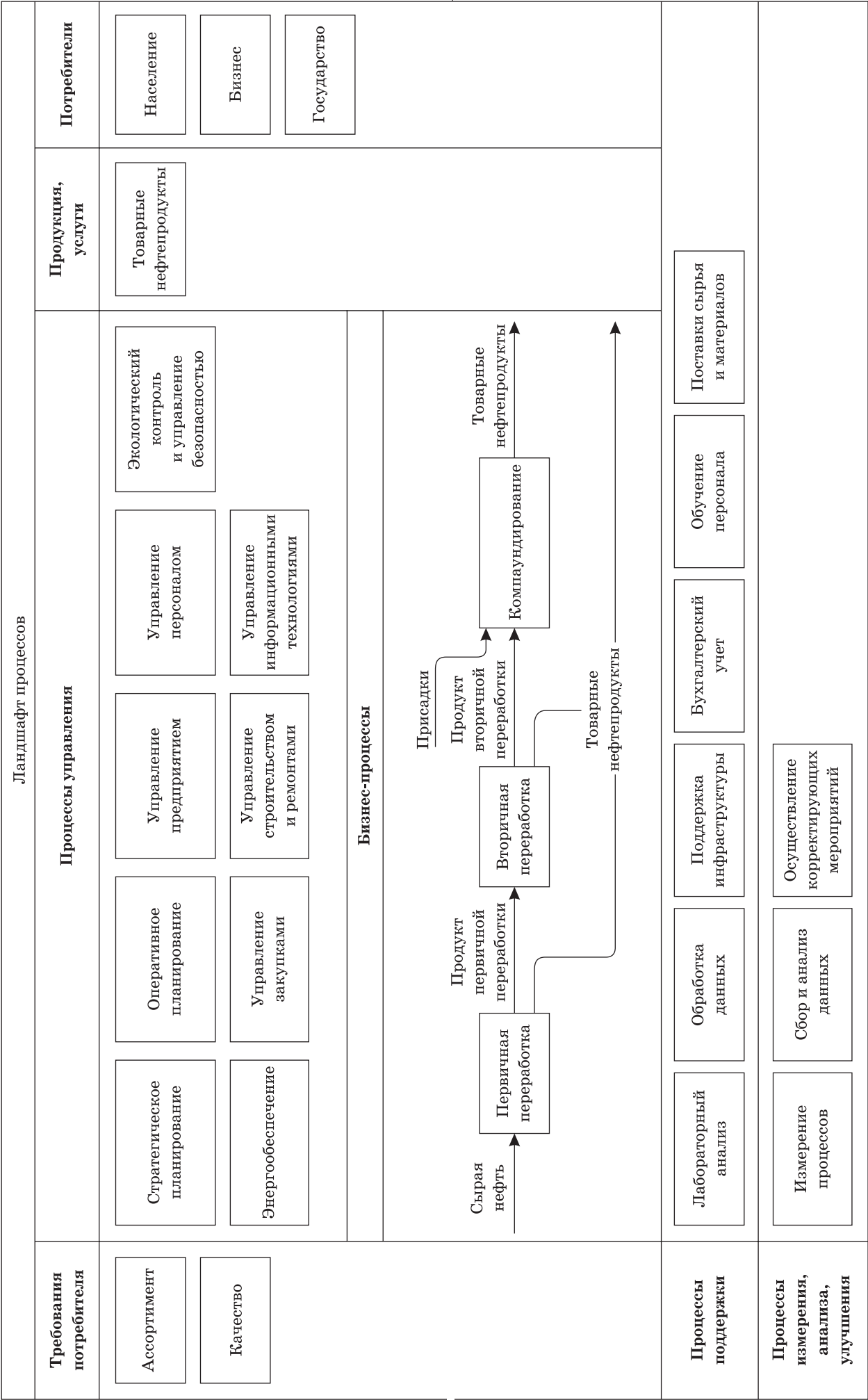


Рис. 1. Ландшафт процессов нефтеперерабатывающего завода

Н. Н. КОРОНАТОВ, И. В. ИЛЬИН., С. Е. КАЛЯЗИНА Управление параметрами технологических процессов нефтепереработки

ление технологическими процессами с точки зрения минимизации производственных издержек. Основными технологическими процессами нефтеперерабатывающего завода являются процессы первичной, вторичной переработки, нефтехимические (при их наличии) и компаундирование. При эксплуатации данных процессов и для оптимального выполнения производственной программы требуется применение специально разработанных математических моделей, обеспечивающих расчет требуемых параметров процессов с учетом поставленной задачи. Предварительно на этапе поступления на нефтеперерабатывающий завод товарной нефти требуется применение модели, позволяющей произвести прогнозно-аналитическую оценку состава поступающего сырья. На дальнейших этапах производственного процесса целесообразно применение математических моделей, которые позволяют рассчитывать параметры процессов переработки, качество продуктов переработки, совокупные и удельные производственные издержки и объемы производства для оптимального выполнения производственной программы.

Результаты

Для представления системы бизнес-процессов нефтеперерабатывающего завода на верхнем уровне и их взаимодействия сформулирован ландшафт процессов (см. рис. 1) [13].

На рисунке 2 представлена декомпозиция основных бизнес-процессов в нотации IDEF0. На рисунке для упрощения восприятия не выделены стрелки типа «Механизм». Механизмами являются инфраструктура, персонал, лабораторная база, программное обеспечение для обработки данных. В соответствии с принципами процессного подхода выделены основные производственные технологические процессы. На этой основе построена модель, отражающая ситуацию «как должно быть».

Данная модель бизнес-процессов составляет основу автоматизации оценки качества нефтепродуктов и позволяет поставить задачу реинжиниринга процессов компании. Результатом этого реинжиниринга должна быть система бизнес-процессов, включающая в себя оценку параметров качества нефтепродуктов и принятие решений по настройке параметров технологических процессов на всех ключевых этапах производства:

1. оценка качества исходного сырья;
2. определение параметров процессов первичной переработки;
3. оценка качества продуктов первичной переработки;
4. определение параметров процессов вторичной переработки;

5. определение качества продуктов вторичной переработки;
6. определение параметров компаундирования на основе требования к качеству товарных нефтепродуктов;
7. расчет оптимальных объемов производства на основе критерия минимизации затрат и/или расчет оптимальных параметров производства для требуемых объемов отгрузки;
8. расчет параметров технологических процессов исходя из задачи минимизации расходов на производство, зависящих от качества исходного сырья и планов производства товарных нефтепродуктов, зафиксированных в портфеле заказов.

На данный момент в работе «Прогнозная аналитика производства нефтепродуктов в зависимости от качества сырой нефти на примере нефтеперерабатывающего предприятия» предложена система нелинейных прогнозных моделей расчета плана производства нефтепродуктов в соответствии с требованиями заказчиков и в зависимости от качества исходного сырья. Данная система моделей предполагается к использованию на этапе 1 для дальнейших расчетов параметров технологических процессов [14].

Также в работе «Математическое моделирование производства нефтепродуктов» (Коронатов Н. Н., Светуных С. Г., Ильин И. В., в процессе публикации) предложен комплекс математических моделей, позволяющих производить настройку технологических процессов таким образом, чтобы обеспечивать такой план производства нефтепродуктов, который по ассортименту и объему производства при минимизации издержек соответствует заказам, на основе методов линейного программирования и теории графов. Данные модели предполагаются к использованию на этапах 2–7. Модели позволяют рассчитывать и оценивать совокупные расходы, количество и ассортимент вырабатываемой продукции, удельные расходы, зависящие от качества сырья, параметров технологических процессов и сформированной товарной корзины. Внедрение указанных математических аспектов требует автоматизации рассмотренных бизнес-процессов, что является задачей дальнейших исследований.

В данной модели на стадии оценки качества поступающей товарной нефти используются данные комплекса прогнозно-аналитических моделей, которые позволяют прогнозировать результаты переработки нефти. Данные модели строятся на основании анализа больших данных, расчета нелинейной регрессии. Полученные результаты используются для определения качества нефтепродуктов первичной переработки.

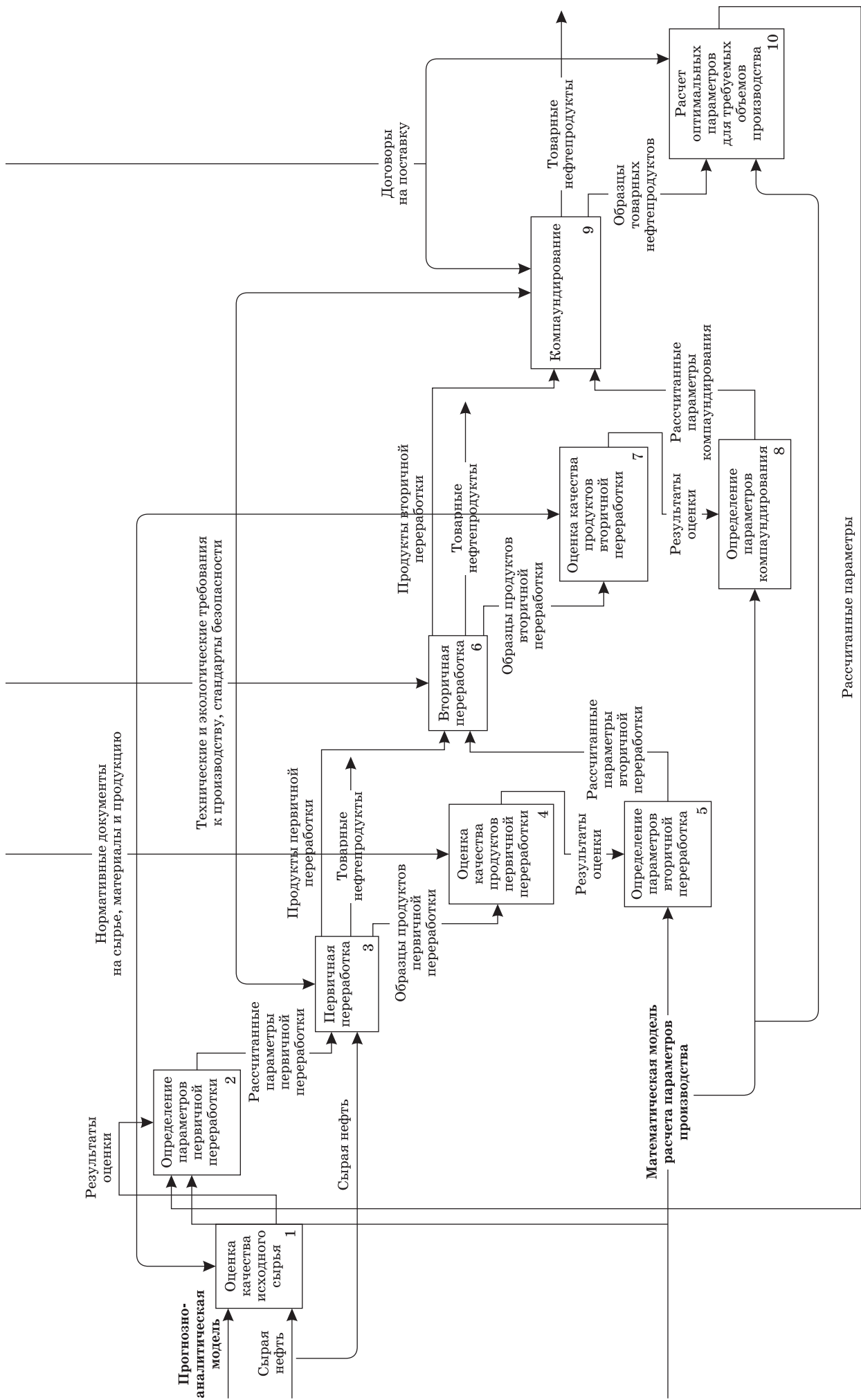


Рис. 2. Основные бизнес-процессы нефтеперерабатывающего завода

По завершении этапа первичной переработки используется математическая модель, которая помогает рассчитать параметры вторичной переработки, такие как количество, ассортимент, характеристики получаемых продуктов, а также оценить стоимость первичной переработки. Данная модель также используется по завершении этапа вторичной переработки для аналогичных целей и, соответственно, расчета параметров компаундирования. При этом на этапе вторичной переработки производится основная часть расчетов для управления качеством товарных нефтепродуктов. Переменными величинами при этом являются параметры технологических процессов вторичной переработки и компаундирования, характеристики качества и количество производимых первичных и вторичных нефтепродуктов. В итоге возможно рассчитать оптимальные параметры производства по критерию минимизации стоимости с учетом договоров на поставку товарных нефтепродуктов.

Таким образом, на основе моделей, предложенных в данной статье, а также математиче-

ских моделей, рассмотренных в упомянутых ранее работах, разработан подход к моделированию системы бизнес-процессов, обеспечивающих управление параметрами технологических процессов по критерию минимизации издержек производства. Кроме того, данный подход дает возможность последующей автоматизации этих процессов.

Заключение

В результате данной работы смоделирован ландшафт процессов управления параметрами технологических процессов нефтеперерабатывающего предприятия. На основе референтной модели построена система бизнес-процессов для управления настройкой параметров технологических процессов, предполагающая последующую оптимизацию. Внедрение автоматизации на ключевых этапах позволит проводить определение параметров технологических процессов нефтепереработки по критерию минимизации стоимости конечных нефтепродуктов.

Литература

1. Wu N. Q. et al. Short-term scheduling of crude oil operations in refinery with high-fusion-point oil and two transportation pipelines // *Enterprise Information Systems*. 2016. Vol. 10. No. 6. P. 581–610. DOI: 10.1080/17517575.2014.948936
2. Andrade T., Ribas G., Oliveira F. A strategy based on convex relaxation for solving the oil refinery operations planning problem // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2016. Vol. 55. No. 1. P. 144–155. DOI: 10.1021/acs.iecr.5b01132
3. Van T. C. et al. Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2019. Vol. 70. P. 123–134. DOI: 10.1016/j.trd.2019.04.001
4. Haslenda H., Jamaludin M. Z. Industry to industry by-products exchange network towards zero waste in palm oil refining processes // *Resources, Conservation and Recycling*. 2011. Vol. 55. No. 7. P. 713–718. DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.02.004
5. Froment G. F. Kinetic modeling of acid-catalyzed oil refining processes // *Catalysis Today*. 1999. Vol. 52. No. 2–3. P. 153–163. DOI: 10.1016/S0920-5861(99)00073-5
6. Wu N. Q., Li Z. W., Qu T. Energy efficiency optimization in scheduling crude oil operations of refinery based on linear programming // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 166. P. 49–57. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.222
7. Khan W. Z. et al. A reliable Internet of Things based architecture for oil and gas industry // 2017 19th International conference on advanced communication Technology (ICACT). IEEE, 2017. P. 705–710. DOI: 10.23919/ICACT.2017.7890184
8. Anderson R. N. 'Petroleum Analytics Learning Machine' for optimizing the Internet of Things of today's digital oil field-to-refinery petroleum system // 2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2017. P. 4542–4545. DOI: 10.1109/BigData.2017.8258496
9. Duan Q. et al. IoT-enabled service for crude-oil production systems against unpredictable disturbance // *IEEE Transactions on Services Computing*. 2020. Vol. 13. No. 4. P. 759–768. DOI: 10.1109/TSC.2020.2964244
10. Yang Q. et al. Technoeconomic and environmental evaluation of oil shale to liquid fuels process in comparison with conventional oil refining process // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 255. 120198. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120198
11. Blagithko B. et al. Contactless IoT Sensor of Liquid Level based on Impedance Method // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT). IEEE, 2019. P. 132–135. DOI: 10.1109/ELIT.2019.8893371
12. Abhijith H. V., Deepak Raj S., Ramesh Babu H. S. Intelligent Boundary Determination of Oil Spill Detection Using IOT // *Proceedings of 3rd International Conference on Internet of Things and Connected Technologies (ICIOTCT)*. 2018. P. 26–27. DOI: 10.2139/ssrn.3167315
13. Гарина Е. П., Гарин А. П. Формирование ландшафта процессов как исходный этап выделения комплекса бизнес-процессов [Электронный доступ] // *Известия Пензенского государственного*

- педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2012. № 28. С. 307–312. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-landshafta-protsessov-kak-ishodnyy-etap-vydeleniya-kompleksa-biznes-protsessov> (дата обращения: 21.06.2020).
14. Ильин И. В., Коронатов Н. Н. Математическое моделирование управления производством нефтепродуктов // Журнал исследований по управлению. 2020. Т. 6. №. 3. С. 87–94.

References

1. Wu N.Q. et al. Short-term scheduling of crude oil operations in refinery with high-fusion-point oil and two transportation pipelines. *Enterprise Information Systems*. 2016;10(6):581-610. DOI: 10.1080/17517575.2014.948936
2. Andrade T., Ribas G., Oliveira F. A strategy based on convex relaxation for solving the oil refinery operations planning problem. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2016;55(1):144-155. DOI: 10.1021/acs.iecr.5b01132
3. Van T.C. et al. Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2019;70:123-134. DOI: 10.1016/j.trd.2019.04.001
4. Haslenda H., Jamaludin M.Z. Industry to industry by-products exchange network towards zero waste in palm oil refining processes. *Resources, Conservation and Recycling*. 2011;55(7):713-718. DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.02.004
5. Froment G.F. Kinetic modeling of acid-catalyzed oil refining processes. *Catalysis Today*. 1999;52(2-3):153-163. DOI: 10.1016/S0920-5861(99)00073-5
6. Wu N.Q., Li Z.W., Qu T. Energy efficiency optimization in scheduling crude oil operations of refinery based on linear programming. *Journal of Cleaner Production*. 2017;166:49-57. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.222
7. Khan W.Z. et al. A reliable Internet of Things based architecture for oil and gas industry. In: 19th Int. conf. on advanced communication technology (ICTACT). New York: IEEE; 2017:705-710. DOI: 10.23919/ICTACT.2017.7890184
8. Anderson R.N. "Petroleum Analytics Learning Machine" for optimizing the Internet of Things of today's digital oil field-to-refinery petroleum system. In: 2017 IEEE Int. conf. on big data (Big Data). New York: IEEE; 2017:4542-4545. DOI: 10.1109/BigData.2017.8258496
9. Duan Q. et al. IoT-enabled service for crude-oil production systems against unpredictable disturbance. *IEEE Transactions on Services Computing*. 2020;13(4):759-768. DOI: 10.1109/TSC.2020.2964244
10. Yang Q. et al. Technoeconomic and environmental evaluation of oil shale to liquid fuels process in comparison with conventional oil refining process. *Journal of Cleaner Production*. 2020;255:120198. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120198
11. Blagitko B. et al. Contactless IoT Sensor of Liquid Level based on Impedance Method. In: XIth Int. sci. and pract. conf. on electronics and information technologies (ELIT). New York: IEEE; 2019:132-135. DOI: 10.1109/ELIT.2019.8893371
12. Abhijith H.V., Deepak Raj S., Ramesh Babu H.S. Intelligent boundary determination of oil spill detection using IOT. In: Proc. 3rd Int. conf. on Internet of Things and connected technologies (ICIoTCT). Jaipur: MNIT; 2018:26-27. DOI: 10.2139/ssrn.3167315
13. Garina E.P., Garin A.P. Formation of the process landscape as an initial stage in the selection of a complex of business processes. *Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo*. 2012;(28):307-312. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-landshafta-protsessov-kak-ishodnyy-etap-vydeleniya-kompleksa-biznes-protsessov> (accessed on 21.06.2020). (In Russ.).
14. Il'in I.V., Koronатов N.N. Mathematical modeling of oil products production management. *Zhurnal issledovaniy po upravleniyu = Journal of Management Studies*. 2020;6(3):87-94. (In Russ.).

Сведения об авторах

Коронатов Николай Николаевич

Ассистент Высшей школы управления и бизнеса

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

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

Information about Authors

Nikolay N. Koronатов

Assistant of the Graduate School of Management
and Business

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

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

Ильин Игорь Васильевич

доктор экономических наук, профессор, директор
Высшей школы управления и бизнеса

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

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

(✉) e-mail: ivi2475@gmail.com

Калязина София Евгеньевна

ассистент

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

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

(✉) e-mail: kalyazina_se@spbstu.ru

Поступила в редакцию 22.06.2020

Подписана в печать 15.07.2020

Igor' V. Il'in

Doctor of Sciences (Economics), Professor, Director
of the Graduate School of Management and Business
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

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

(✉) e-mail: ivi2475@gmail.com

Sofiya E. Kalyazina

Assistant

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

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

(✉) e-mail: kalyazina_se@spbstu.ru

Received 22.06.2020

Accepted 15.07.2020