

**МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЙ
В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

© 2021 Ф.Ф. Галимулина

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 20.07.2021

Автоматизация, цифровизация, блокчейн. Данные категории стали ключевыми в современной экономике и определяющими вектор конкурентоспособного развития промышленных предприятий. Важной проблемой остается изыскание средств на трансформацию всей производственной системы, а также выявление наиболее уязвимых и слабых звеньев в системе управления промышленным предприятием. Исходя из этого, привлекает внимание разработка универсальной методики, реализуемой в частности путем применения Data Mining. Обозначенное предопределило выбор темы, объекта и предмета исследования, на основе чего сформулирована цель исследования – разработка методики выявления ограничений («сильных» и «слабых» мест) в функционировании нефтехимического предприятия, адаптированная к Индустрии 4.0. В рамках достижения цели применены такие методы исследования, как формализация (в части построения SCOR-модели цепи поставок нефтехимической продукции), сравнение (в контексте оценки и сопоставления динамики развития различных промышленных предприятий), коэффициентный метод (заложен в основу авторской универсальной методики оценки бизнес-процессов). В результате исследования получены следующие научные результаты: предложена формализованная SCOR-модель цепи поставок нефтехимической продукции, дополненная общими индикаторами оценки бизнес-процессов (первого уровня), что позволяет увязать результаты деятельности промышленного предприятия с данными бизнес-процессами; выявлены закономерности развития нефтехимических предприятий Республики Татарстан – ПАО «Нижнекамскнефтехим» и АО «Нижнекамский завод технического углерода», характеризующиеся более эффективным функционированием последнего, в том числе в кризисных условиях 2020 года; предложена комплексная методика (первого уровня) автоматизированного выявления ограничений в функционировании нефтехимического предприятия, апробированная на примере нефтехимических предприятий; предложена схема блокчейна в управлении основными бизнес-процессами промышленного предприятия. Включение методики в инструктивные и методические материалы управления бизнес-процессами промышленных предприятий обеспечит максимально возможный эффект в результате построения системы сбора данных по принципам блокчейна.

Ключевые слова: автоматизация, блокчейн, цепи поставок, SCOR-модель, основные бизнес-процессы, нефтехимические предприятия.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-4-5-11

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

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация процессов бесспорно обретает широкую популярность среди предприятий, определяющих для себя амбициозные цели в контексте повышения конкурентоспособности. Стратегические инициативы всех уровней управления направлены на стимулирование перехода к цифровым технологиям. Так автоматизированный обмен данными, автоматизация рабочих мест, стимулирование цифровой трансформации – задачи, решение которых регламентирует На-

Галимулина Фариды Фидатовны, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики и управления. E-mail: 080502e_m@mail.ru

циональная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [1]. В Указе Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» также обозначен акцент на достижении «цифровой зрелости» стратегически важных промышленных объектов [2]. Государственной программой Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» закреплены такие мероприятия, как разработка профессионального программного обеспечения для промышленных предприятий, цифровизация производств и др. [3].

Как следствие, высокий интерес научного сообщества к вопросам цифровизации и автома-

тизации управления как внутренними процессами, так и цепями поставок в целом. Так Н.Ю. Псарева и М.В. Шинкевич, раскрывая преимущества, сущность, инструменты цифровизации цепей поставок нефтехимической продукции, справедливо отмечают необходимость сопряжения трансформации предприятия с уровнем его цифровой зрелости [4]. Т.В. Малышева и Г.А. Ганеева сосредоточили внимание на отдельном участке цепи поставок – распределении продукции нефтехимических производств, в результате чего отметили наличие «дисбалансирующих элементов» [5, с. 433], препятствующих организации гармонизированных цепей поставок.

Вопросы цифровизации промышленных предприятий выходят на первый план в условиях интенсивной модернизации, в связи с чем привлекает пристальное внимание ученых. Так в работе А.И. Шинкевича и Н.В. Барсегян представлен обзор инструментов эффективного управления производственными процессами в нефтегазохимическом комплексе [6]; в исследовании Р.К. Нурғалиева и А.И. Шинкевича систематизированы средства и механизм построения «умного» производства, обеспечивающие на выходы прозрачность и высокое качество управления процессами [7]. Непосредственно оптимизация бизнес-процессов раскрыта в трудах М.Н. Ляковской и Э.В. Марковской, где представлен улучшенный процесс реализации нефтепродуктов [8]. В статье С.В. Пономаревой, Д.И. Серебрянского, Т.А. Мустафаева представлен прототип базы данных для автоматизации бизнес-процессов [9].

Несмотря на широкие возможности, широкую линейку цифровых технологий, представленных на современном рынке, достаточно сложно поддерживать гибкость производственных систем и бизнес-процессов в условиях нестабильности внешней и внутренней среды. В связи с этим проблема возникновения «узких» мест является неизбежной и порождает ограничения в ресурсном обеспечении всех протекающих на предприятии процессов. Данная проблематика раскрыта в рамках теории ограничений систем Э.М. Голдратта [10]. В соответствии с данной теорией целесообразно выявить «узкое» место, ослабить ограничения посредством концентрации ресурсов, что в результате позволит преодолеть возникшую проблему.

Что касается методических аспектов управления бизнес-процессами промышленных предприятий, то интересным находим подход В.П. Мешалкина, М.Ю. Катерищук и Е.А. Василенко, идея которых основана на анализе затрат производственного предприятия в разрезе управления материальными ресурсами, себестоимостью товаров и услуг и издержек предприятия [11]. В исследовании ученых С.В. Дохоляна, Ш.К. Кутаева,

Ю.Н. Сагидова представлена расширенная методика, охватывающая 3 блока индикаторов (достижение целей, формирование доходной части и затраты) в разрезе ключевых бизнес-процессов, но представляющая собой преимущественно систему контроллинга [12].

Однако широкий круг научных исследований в большей степени концентрируется на механизме контроллинга, принципах его построения и слабо отражает возможность автоматизированной комплексной оценки процессов производственного предприятия, что, на наш взгляд, представляет особый практический интерес, требующий формализации. Вышесказанное предопределило цель настоящего исследования – разработка методики выявления ограничений («сильных» и «слабых» мест) в функционировании нефтехимического предприятия, адаптированная к Индустрии 4.0.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе исследования лежит комплексное применение таких методов исследования, как формализация, сравнение, коэффициентный метод. Метод формализации применяется в рамках построения SCOR-модели цепи поставок нефтехимической продукции, дополненной основными показателями эффективности. Сравнительный анализ позволяет оценить динамику развития промышленных предприятий, а также выявить специфику эффективности их функционирования. Коэффициентный метод лежит в основе авторской универсальной методики оценки бизнес-процессов.

Эмпирическая база исследования охватывает отчетность нефтехимических предприятий Республики Татарстан (ПАО «Нижнекамскнефтехим» и АО «Нижнекамский завод технического углерода») [13], на основе которой рассчитаны следующие индикаторы (*I*) эффективности деятельности предприятий:

- 1) темп прироста выручки, % (ТПВ);
- 2) производительность труда, млн. руб./чел. (ПТ);
- 3) фондоотдача, руб./руб. (ФО);
- 4) коэффициент оборачиваемости запасов, об. (ОЗ);
- 5) коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, об. (ОДЗ);
- 6) коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности, об. (ОКЗ);
- 7) логистическая рентабельность (ЛР);
- 8) рентабельность продаж, % (РП).

В целом исследование выполнено в несколько этапов:

- 1) диагностика деятельности нефтехимических предприятий;
- 2) разработка комплексной методики оцен-

ки эффективности функционирования нефтехимического предприятия;

3) апробация предложенной методики на примере промышленных предприятий Республики Татарстан и выявление ограничений («сильных» и «слабых» мест) в функционировании бизнес-процессов нефтехимических производств.

В основе предлагаемой методики лежит балльная оценка бизнес-процессов, на базе которой применяется формула (1):

$$BP_k = \sum \omega_{ij} \cdot I_{jk}, \quad (1)$$

где BP_k – оцениваемый бизнес-процесс предприятия k ; ω_{ij} – вес j -го индикатора при оценке i -го бизнес-процесса (универсальный для оцениваемых предприятий); I_{jk} – значение j -го индикатора при оценке деятельности предприятия k .

Вес определяется методом экспертных оценок и является величиной корректируемой.

Реализация изложенной методики направлена на выявление «слабых» мест в функционировании нефтехимических предприятий.

ДИАГНОСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В качестве инструмента исследования цепи поставок применена референтная SCOR-модель, дополненная индикаторами оценки каждого из отмеченных процессов (рис. 1), сквозная диагностика которых направлена на выявление «узких» мест и выработку мероприятий по усилению конкурентных позиций организации.

На следующем этапе проведен сравнительный анализ деятельности нефтехимических предприятий Республики Татарстан – ПАО «Нижнекамскнефтехим» (ПАО «НКНХ») и АО «Нижнекамский завод технического углерода» (АО «НКТУ»), который позволяет оценить эффективность ключевых бизнес-процессов каждого предприятия (рис. 2). Методический базис исследования охватывает ряд индикаторов, рассчитанных по данным официальной отчетности предприятий.

Относительно сильные позиции ПАО «Нижнекамскнефтехим» демонстрирует в части управления дебиторской и кредиторской задолженностью, что обусловлено высокой платежной дисциплиной и рациональным построением взаимоотношений с контрагентами, несмотря на более широкую сеть поставок и распределения произведенной продукции.

По остальным индикаторам относительное преимущество наблюдается за другим нефтехимическим предприятием – АО «Нижнекамский завод технического углерода». Это более эффективное управление основными средствами, запасами сырья и материалов, приростом объема реализации произведенной продукции, а также более высокое (но менее стабильное) значение логистической рентабельности.

Особое внимание следует обратить на кризисный 2020 год, характеризующийся инфраструктурными проблемами в функционировании цепей поставок, задержками поставок сырья и материалов – с одной стороны, готовой продукции – с другой. Тем не менее предприятию АО



Рис. 1. SCOR-модель управления цепями поставок нефтехимического предприятия с указанием общих показателей эффективности бизнес-процессов (дополнено автором на основе [14])

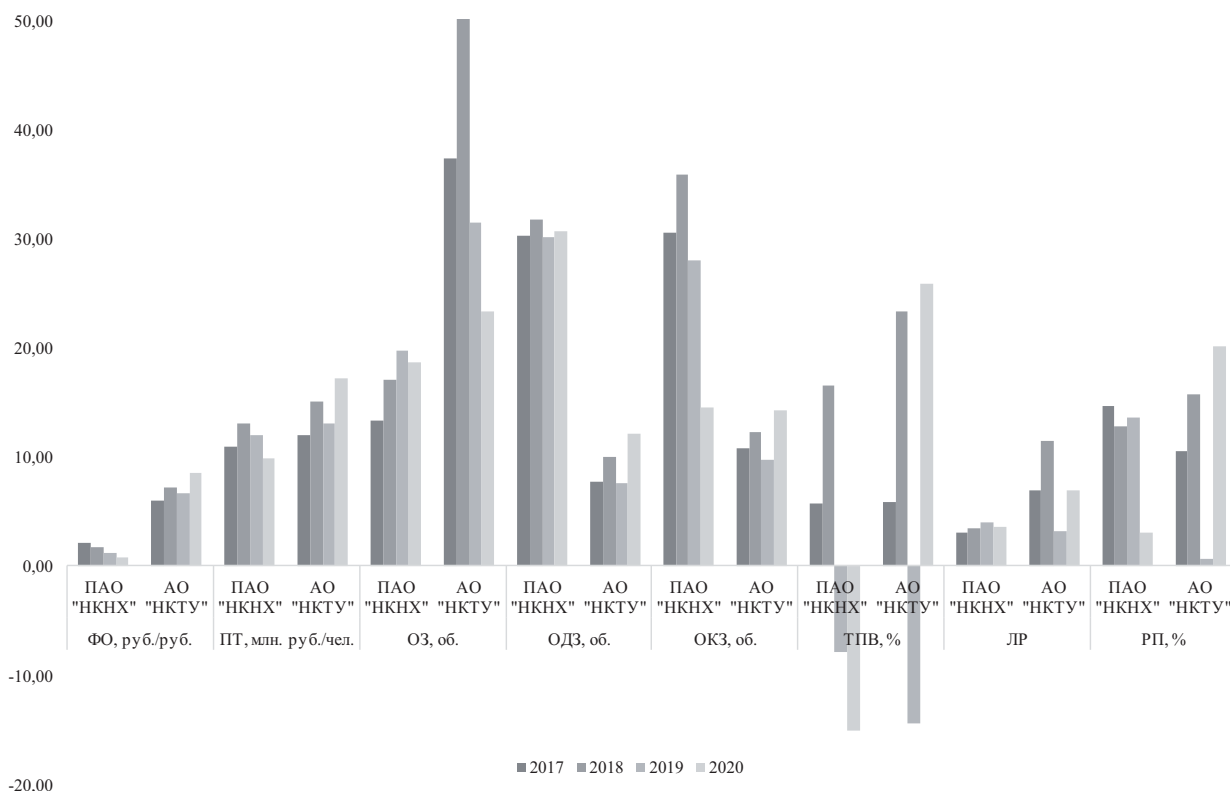


Рис. 2. Сравнительная динамика общих показателей эффективности нефтехимических предприятий (рассчитано автором по данным официальной отчетности предприятий)

«Нижнекамский завод технического углерода» за кризисный период удалось придерживаться позитивной динамики в реализации готовой продукции (порядка 80% выручки составляет реализация технического углерода [13]) и услуг. Кроме того, по итогам сложного для бизнеса 2020 года данное предприятие показало устойчивость к кризисным явлениям – рентабельность продаж составила 20,05%. Соответствующий показатель деятельности ПАО «Нижнекамскнефтехим» упал до 3%.

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Оцениваемые индикаторы предложено увязать с основными бизнес-процессами [15] промышленных предприятий и присвоить вес в соответствии со значимостью при оценке эффективности каждого отмеченного бизнес-процесса (табл. 1). Суммарный вес по каждому индикатору составляет 1.

В основе определения весовых коэффициентов лежит субъективный подход, предполагающий возможность гибкой настройки, детерминированной экономической ситуацией, спецификой деятельности промышленного предприятия, индивидуальными приоритетами в управлении бизнес-процессами.

Предложенная методика апробирована на примере нефтехимических предприятий Республики Татарстан. Итоговый балл по бизнес-процессам рассчитан по формуле (1), интервал значений комплексных индикаторов не ограничен, то есть предлагаемая методика применима для сравнительной оценки бизнес-процессов (в динамике или в разрезе предприятий), что целесообразно рассматривать как основу для бенчмаркинговых исследований.

Таким образом, результаты сравнительной оценки бизнес-процессов двух нефтехимических предприятий Республики Татарстан (рис. 3) позволяют выявить направления оптимизации их деятельности. Бизнес-процессы расположены в порядке, соответствующем принципу «тянущей» системы управления информационными потоками – от заказа потребителя до организации закупок, а также по принципам блокчейна, предполагающего интеграцию данных о транзакциях предприятия и управлении его активами в единой информационной среде.

Сопоставление балльных значений по двум предприятиям демонстрирует сильные позиции ПАО «Нижнекамскнефтехим» в части взаимодействия с поставщиками и потребителями (что также было отмечено по результатам диагностики общих показателей деятельности предприятий). Данные функциональные области можно считать «сильными» для предприятия.

Таблица 1. Показатели эффективности ключевых бизнес-процессов нефтехимического предприятия (веса присвоены автором)

| Показатели | ТПВ | ПТ | ФО | ОЗ | ОДЗ | ОКЗ | ЛР | РП |
|--|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Бизнес-процессы | | | | | | | | |
| Управление взаимоотношениями с потребителями | 0,2 | | | | 0,6 | | 0,2 | 0,4 |
| Обслуживание потребителей | 0,3 | | | 0,2 | 0,4 | | 0,2 | 0,3 |
| Управление спросом | 0,5 | | | 0,3 | | | 0,1 | 0,1 |
| Управление выполнением заказа | | 0,4 | | 0,2 | | | 0,2 | 0,2 |
| Поддержка производственных процессов | | 0,6 | 1 | | | | 0,1 | |
| Управление снабжением | | | | 0,3 | | 1 | 0,2 | |

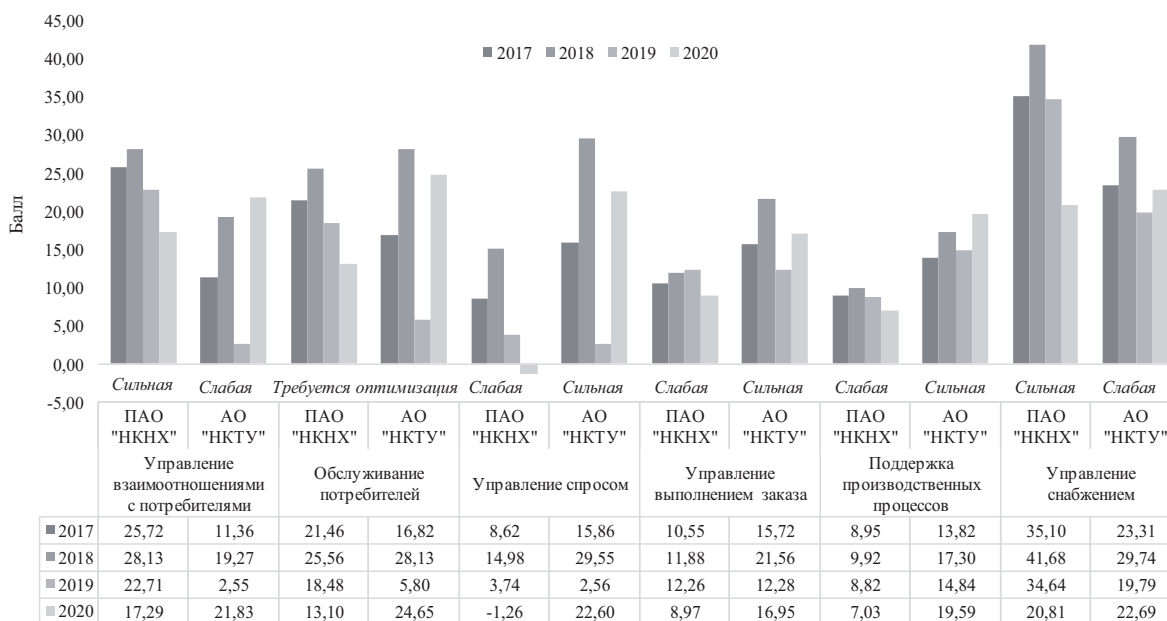


Рис. 3. Сравнительная динамика эффективности основных бизнес-процессов нефтехимических предприятий (рассчитано в соответствии с авторской методикой)

Соответственно, требуют оптимизации прочие сферы управления, а также актуальной является проблема модернизации производственных процессов с целью повышения производительности труда и эффективности управления основными средствами. «Сильными» сторонами АО «Нижекамский завод технического углерода», напротив, являются управление спросом, выполнением заказа, поддержка производства, по которым выявлены относительно высокие значения комплексного индикатора. Исходя из вышесказанного, выявлены и на рис. 3 обозначены ограничения («сильные» и «слабые» места) в управлении основными бизнес-процессами исследуемых нефтехимических производств.

Предложенная методика носит универсальный характер, отличается гибкостью, предполагающей возможность корректировать весовые коэффициенты индикаторов, а также может быть дополнена иными переменными. Включение методики в инструктивные и методические материалы управления бизнес-процессами промышленных предприятий обеспечит мак-

симально возможный эффект в результате построения системы сбора данных по принципам блокчейна (рис.4).

Консолидация информационных потоков в базе данных OLAP служит базисом для бенчмаркиговых исследований, выявления «узких» мест в деятельности промышленного предприятия, моделирования и оптимизации процессов. Представленная схема блокчейна охватывает процессы и индикаторы первого уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате аналитического исследования современных методических подходов к автоматизированной оценке бизнес-процессов производственного предприятия выявлена объективная необходимость развития методики, которая и предложена в данной статье. Разработке методики способствовало решение ряда задач:

1) формализована SCOR-модель цепи поставок нефтехимической продукции, дополненная общими индикаторами оценки бизнес-процес-

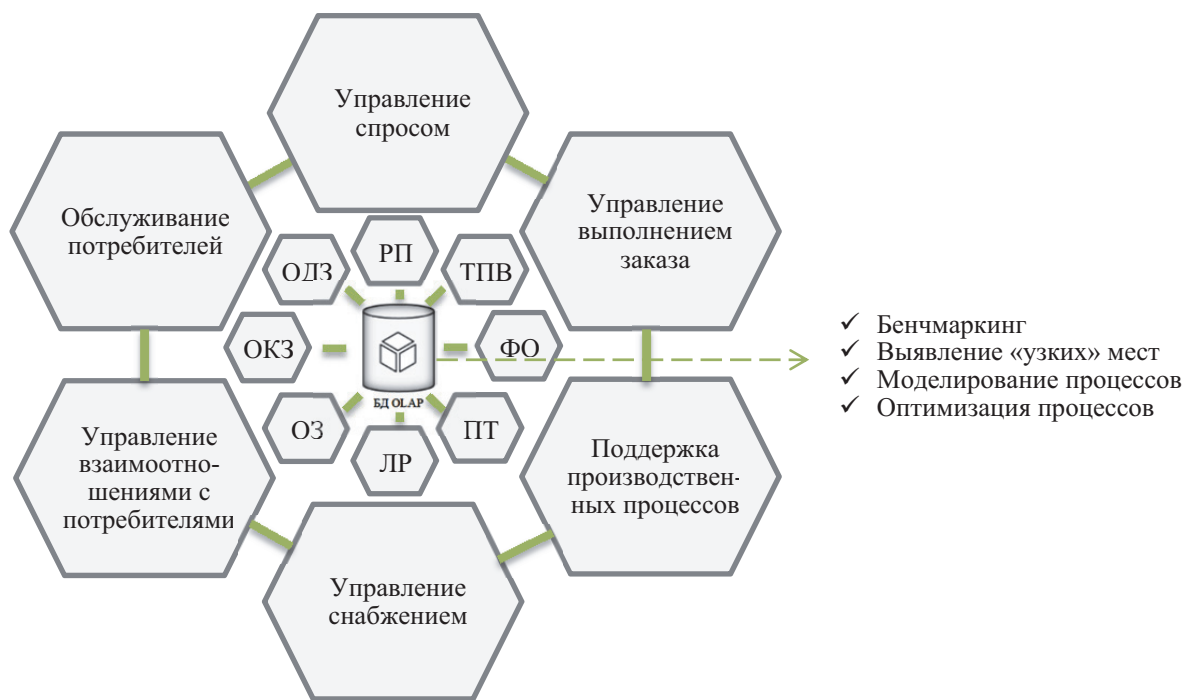


Рис. 4. Блокчейн в управлении основными бизнес-процессами промышленного предприятия (составлено автором)

сов, что позволяет увязать результаты деятельности промышленного предприятия с данными бизнес-процессами;

2) путем расчета основных индикаторов оценена динамика развития нефтехимических предприятий Республики Татарстан – ПАО «Нижнекамскнефтехим» и АО «Нижнекамский завод технического углерода» и проведен сравнительный анализ, на основе которого резюмировано, что АО «Нижнекамский завод технического углерода» демонстрирует более позитивную динамику и преимущественную эффективность бизнес-процессов;

3) предложена комплексная методика (первого уровня) автоматизированного выявления ограничений («сильных» и «слабых» мест) в функционировании нефтехимического предприятия, основанная на присвоении весовых коэффициентов исследуемым индикаторам в зависимости от влияния на тот или иной бизнес-процесс и расчете комплексного индикатора эффективности основных бизнес-процессов нефтехимического предприятия, позволяющая в результате сравнительного анализа выявить «узкие» места в функционировании производственной системы; методика апробирована на примере двух отмеченных отраслевых предприятий;

4) представлена схема блокчейна в управлении основными бизнес-процессами промышленного предприятия, интегрированный с базой данных OLAP.

Научная новизна полученных результатов заключается в развитии методического подхода к диагностике процессов промышленного предприятия, отличающегося гибкостью в настрой-

ке параметров функции и простотой расчета на основе официальной отчетности предприятия, что позволяет автоматизировать процесс расчета комплексного индикатора при формировании данной документации (ежемесячно, ежеквартально, ежегодно).

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности применения методики в целях поддержания высокого уровня показателей деятельности предприятий, сокращения времени выполнения заказа и повышения качества реализуемых товаров и услуг.

Последующие исследования планируется развивать в области углубленной интегрированной оценки деятельности промышленного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»» [Электронный ресурс]: протокол заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам № 7 от 4 июня 2019 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Указ Президента РФ о национальных целях развития России до 2030 года. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения: 13.07.2021).
3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». URL: https://minpromtorg.gov.ru/activities/state_programs/list_gp2/about/ (дата обращения: 13.07.2021).
4. Псарева Н.Ю., Шинкевич М.В. Технологии управления цепями поставок нефтехимической продук-

- ции в условиях цифровизации // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). 2021. № 1 (50). С. 45-51.
5. *Мальшева Т.В., Ганеева Г.А.* Организационно-экономические особенности распределительной логистики нефтехимических производств // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 21. С. 431-434.
 6. *Шинкевич А.И., Барсегян Н.В.* Пути повышения эффективности организации производственных процессов на нефтехимических предприятиях за счет применения систем автоматизации // Русский инженер. 2019. №4. С.48-51.
 7. *Нургалиев Р.К., Шинкевич А.И.* Логико-информационная модель управления процессами «умного» производства // Известия Самарского научного центра РАН. 2021. Т. 23. №2. С. 29-36.
 8. *Лясковская М.Н., Марковская Э.В.* Автоматизация бизнес-процессов АО «Красноярскнефтепродукт» как технология совершенствования системы сбыта // Вестник факультета управления СПбГЭУ. 2017. № 1-2. С. 190-195.
 9. *Пономарева С.В., Серебрянский Д.И., Мустафаев Т.А.* Разработка базы данных для автоматизации управленческих бизнес-процессов промышленных предприятий в условиях цифровизации экономики Российской Федерации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12. № 4. С. 67-77.
 10. *Goldratt E.M.* What is this thing called Theory of Constraints and how should it be implemented? Great Barrington, Massachusetts: The North River Press, 1990. 162 p.
 11. *Мешалкин В.П., Катерищук М.Ю., Василенко Е.А.* Методика формирования комплексной оценки эффективности реинжиниринга бизнес-процессов на промышленном предприятии // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. 2014. № 2 (20). С. 87-92.
 12. *Дохолян С.В., Кутаев Ш.К., Сагидов Ю.Н.* Система сбалансированных показателей как основа комплексной оценки эффективности управления бизнес-процессами на промышленных предприятиях // Региональные проблемы преобразования экономики. 2014. № 8 (46). С. 91-99.
 13. Центр раскрытия корпоративной информации. URL: <https://e-disclosure.ru/?attempt=1#> (дата обращения: 13.07.2021).
 14. Supply Chain Operations Reference Model. SCOR. Version 12.0. URL: <http://www.apics.org/docs/default-source/scor-training/scor-v12-0-framework-introduction.pdf?sfvrsn=2> (дата обращения: 13.07.2021).
 15. *Сток Дж.Р., Ламберт Д.М.* Стратегическое управление логистикой: пер. с 4-го англ. изд. М.: ИНФРА-М, 2005. 797 с.

THE METHOD OF AUTOMATED IMPLEMENTATION OF THE THEORY OF CONSTRAINTS IN THE FUNCTIONING OF A PETROCHEMICAL ENTERPRISE

© 2021 F.F. Galimulina

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Automation, digitalization, blockchain. These categories have become key in the modern economy and determine the vector of competitive development of industrial enterprises. An important problem remains finding funds for the transformation of the entire production system, as well as identifying the most vulnerable and weak links in the management system of an industrial enterprise. Based on this, the development of a universal methodology, implemented in particular through the use of Data Mining, attracts attention. This predetermined the choice of the topic, object and subject of the study, on the basis of which the purpose of the study is formulated – the development of a methodology for identifying limitations (“strong” and “weak” places) in the functioning of a petrochemical enterprise, adapted to Industry 4.0. Within the framework of achieving the goal, such research methods as formalization (in terms of building a SCOR model of the supply chain of petrochemical products), comparison (in the context of evaluating and comparing the dynamics of development of various industrial enterprises), the coefficient method (laid the basis of the author’s universal methodology for evaluating business processes) are used. As a result of the research, the following scientific results were obtained: a formalized SCOR model of the supply chain of petrochemical products was proposed, supplemented by general indicators for evaluating business processes (the first level), which allows linking the results of the activity of an industrial enterprise with these business processes; patterns of development of petrochemical enterprises of the Republic of Tatarstan – PJSC Nizhnekamskneftekhim and JSC Nizhnekamsk Carbon black Plant, characterized by more efficient functioning of the latter, including in the crisis conditions of 2020, were revealed; a comprehensive method (of the first level) of automated detection of restrictions in the functioning of a petrochemical enterprise, tested on the example of petrochemical enterprises, is proposed; a blockchain scheme is proposed in the management of the main business processes of an industrial enterprise. The inclusion of the methodology in the instructional and methodological materials for managing business processes of industrial enterprises will ensure the maximum possible effect as a result of building a data collection system based on the principles of blockchain.

Keywords: automation, blockchain, supply chains, SCOR model, basic business processes, petrochemical enterprises.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-4-5-11