

На правах рукописи



Тихонов Павел Михайлович

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕСУРСНЫХ ПОТОКОВ
В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СЕТЯХ (НА ПРИМЕРЕ ХОЛДИНГА «РЖД»)**

Специальность 05.02.22 – Организация производства
(транспорт, технические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО УрГУПС).

Научный руководитель: **Сай Василий Михайлович,**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Куренков Пётр Владимирович,**
доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта»
Горяев Николай Константинович,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»

Защита состоится «21» июня 2021 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета Д 218.013.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС) в ауд. Б2-15 (зал диссертационных советов) по адресу: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66.

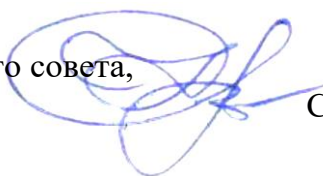
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» по адресу: <http://www.usurt.ru>.

Автореферат разослан «20» апреля 2021 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим направлять по почте в адрес диссертационного совета Д 218.013.02.

Тел./факс: +7 (343) 221-24-44. E-mail: NSirina@usurt.ru.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук, доцент



Сирина Нина Фридриховна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Одним из ключевых бизнес-процессов в любой компании является ресурсное обеспечение, влияющее на производственные процессы всех предприятий, входящих в сетевую структуру и, как следствие, на общую эффективность, а для холдинга «РЖД» – еще и на перевозочный процесс.

Ресурсное обеспечение включает организацию появления и движения ресурсных потоков (материальных или потоков услуг) и оказывает как внутреннее (внутрихолдинговое), так и внешнее воздействие на эффективность деятельности элементов сети и холдинга в целом.

Однако в текущей организации ресурсного обеспечения холдинга «РЖД», как правило, автоматизация сводится к общему контролю деятельности и операторским действиям с помощью ERP-систем. Эти системы не позволяют эффективно строить автоматизированные модели для прогнозирования и автоматизированной выработки эффективных управленческих решений.

Актуальность исследования усиливается тем, что в сетевых структурах есть субъекты, входящие на вещном и на договорном правах, а также наличием законодательного и корпоративного регулирования ресурсного обеспечения. При этом в организационной сети между субъектами права работают рыночные взаимоотношения. Значит, сетевые организационные структуры и, в частности, холдинг «РЖД», нуждаются в единой методике организации ресурсного обеспечения, учитывающей характер организационно-правовых взаимоотношений.

Результаты исследования укладываются в рамки общей современной концепции организационных структур, дополняют и развивают ее содержание и являются актуальными.

Степень разработанности. Представления о сетевых организационных структурах сформированы в трудах В.С. Алиева, А.Н. Асаула, Л.А. Базилевича, В.Н. Буркова, И. Г. Владимировой, Ю.Б. Винслава, И.Д. Громова, Л.И. Евенко, П.В. Куренкова, Б.З. Мильнера, В.М. Сай, С.В. Сизого и др.

Значительный вклад в изучение вопросов ресурсного обеспечения и закупочной деятельности внесли Б.А. Аникин, А.Д. Афанасенко, В.В. Борисов, Д. Бауэррокс, М.М. Горбунов-Посадов, Ф. Джонсон, Д. Клосс, М. Линдерс, К. Лайсонс, В.И. Сергеев, С.А. Сергеева, И.И. Смотрицкая, С.И. Черных и др. Проблемы построения моделей ресурсного обеспечения и закупочной деятельности рассмотрены в трудах В.И. Абрамова, О.А. Астафьева, Е.А. Братухина, О.Б. Бутусова, Н.К. Горяева, М.Е. Дубина, А.Е. Иващенко, М.Н. Козина, М.С. Кулиш и др. ученых.

Однако существующие разработки и модели зачастую не учитывают проблему ресурсного обеспечения в сетевых организационных структурах, а также ин-

тересы субъектов, регулирование и организационно-правовой статус элементов сети по отношению к сетевому интегратору.

Цель работы: разработка моделей ресурсных потоков в организационных сетях и создание на их основе методики организации ресурсного обеспечения в сетевых организационных структурах.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить задачи.

1. Сформировать общие понятия ресурсного обеспечения в сетевых организационных структурах. Разработать графоаналитическую модель движения ресурсных потоков.

2. Формализовать закупочный процесс как главную составляющую при появлении ресурсных потоков. Разработать математическую модель и методику закупочного процесса.

3. Формализовать процессы исходящих ресурсных потоков как цель существования элементов сетевой структуры. Разработать методику и математическую модель реализации ресурсных потоков в сетевых структурах.

4. Разработать математическую модель организации ресурсного обеспечения сетевого интегратора, которая позволит учесть отдельные интересы участников закупочного процесса и определять количественную оценку при проигрывании производственных сценариев таких процессов.

Объект исследования – сетевые организационные структуры.

Предмет исследования – закупочная деятельность, ресурсные потоки и их движение в организационных сетях на примере холдинга «РЖД».

Научная новизна исследования заключается в следующем.

1. Сформированы понятия ресурсного обеспечения в организационных сетях. Предложена графоаналитическая модель организации движения ресурсных потоков.

2. Формализован закупочный процесс, разработаны алгоритм и математическая модель.

3. Формализованы процессы реализации ресурсных потоков заказчиком, разработаны алгоритм и математическая модель.

4. Разработана математическая модель организации ресурсного обеспечения сетевого интегратора, учитывающая отдельные интересы заказчиков и участников закупочного процесса, позволяющая осуществлять количественную оценку при проигрывании производственных сценариев.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы состоит в предложенных понятиях ресурсного обеспечения в организационных сетях, графоаналитической модели организации движения ресурсных потоков и разработанной математической имитаци-

онной модели организации ресурсного обеспечения, позволяющей оценивать устойчивость ресурсных потоков всей сети.

Практическая значимость исследования состоит в разработанной методике, позволяющей объективно оценивать организацию движения ресурсных потоков в организационных сетях. Разработанные алгоритмы легко декомпозируются и адаптируются к конкретным практическим случаям взаимодействия ОАО «РЖД» с элементами сетевой структуры – элементами холдинга.

Методология и методы исследования. В основу методологии исследования положены современные представления о социально-экономических системах и их организационно-экономическом взаимодействии. В работе использованы методы системного анализа, дискретного анализа сетей, теории графов, теории вероятностей, математической статистики, теории дискретных оптимизаций, агент-ориентированного моделирования, теории игр и др.

Положения, выносимые на защиту:

1. Авторское представление и графоаналитическая модель организации движения ресурсных потоков в сетевых организационных структурах.

2. Алгоритм и математическая модель закупочного процесса при организации движения ресурсных потоков.

3. Алгоритм и математическая модель реализации ресурсных потоков разным заказчикам в сетевых организационных сетях.

4. Математическая модель организации ресурсного обеспечения сетевого интегратора, учитывающая отдельные интересы заказчиков и участников закупочного процесса и позволяющая осуществлять количественную оценку при проигрывании производственных сценариев

Степень достоверности результатов подтверждается методологической основой исследования, выполненного на актуальных представлениях о процессах организации движения ресурсных потоков в сетевых организационных структурах, использованием работ зарубежных и отечественных ученых, корректностью использования математического аппарата, непротиворечием выполненных расчетов организации ресурсного обеспечения с существующими процессами в холдинге «РЖД».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт Урала-2019» (Екатеринбург, УрГУПС, 2019), Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт Урала-2020» (Екатеринбург, УрГУПС, 2020), Международной научно-практической конференции «Концептуальные проблемы экономики и управления на транспорте: взгляд в будущее» (Москва, РУТ (МИИТ), 2020), VI Международной конференции «Инновации в современной

науке» (Киев, 2020), LXII Международной конференции «Развитие науки в XXI столетии» (Харьков, 2020), XXIII Международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки» (USA, North Charleston, 2020).

Публикации. Основные положения и результаты исследования опубликованы в одиннадцати печатных работах изданий, в том числе в семи, входящих в «Перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов научных исследований».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и двух приложений. Работа изложена на 162 страницах основного текста, содержит 42 рисунка, 29 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, степень ее разработанности, цель и задачи исследования, научную новизну, а также теоретическую и практическую значимость работы.

В первой главе рассмотрены теоретические аспекты ресурсного обеспечения хозяйствующих субъектов и проблемы организации движения ресурсных потоков в сетях. Движение ресурсных потоков рассмотрено на примере холдинга «РЖД».

Организационную структуру холдинга «РЖД» можно представить как совокупность агент-ориентированных субъектов права с сетевым интегратором ОАО «РЖД». Поэтому для повышения качества перевозочного процесса необходима эффективная организация движения ресурсов внутри холдинговой структуры. Под движением ресурсов будем понимать входящий и исходящий ресурсные потоки.

При рассмотрении движения ресурсных потоков отдельно выделены составляющие, включающие процессы планирования, закупочной деятельности и организации взаимоотношений хозяйствующих субъектов.

Отдельно выделены проблемы регулирования в сетях закупочной деятельности и ресурсного обеспечения. Для графического представления процессов регулирования потоков предложена концептуальная графоаналитическая модель (рисунок 1).

Во второй главе представлены понятия «ресурсное обеспечение», «движение ресурсных потоков в сетевых организационных структурах» и способы автоматизации управления ресурсным обеспечением.

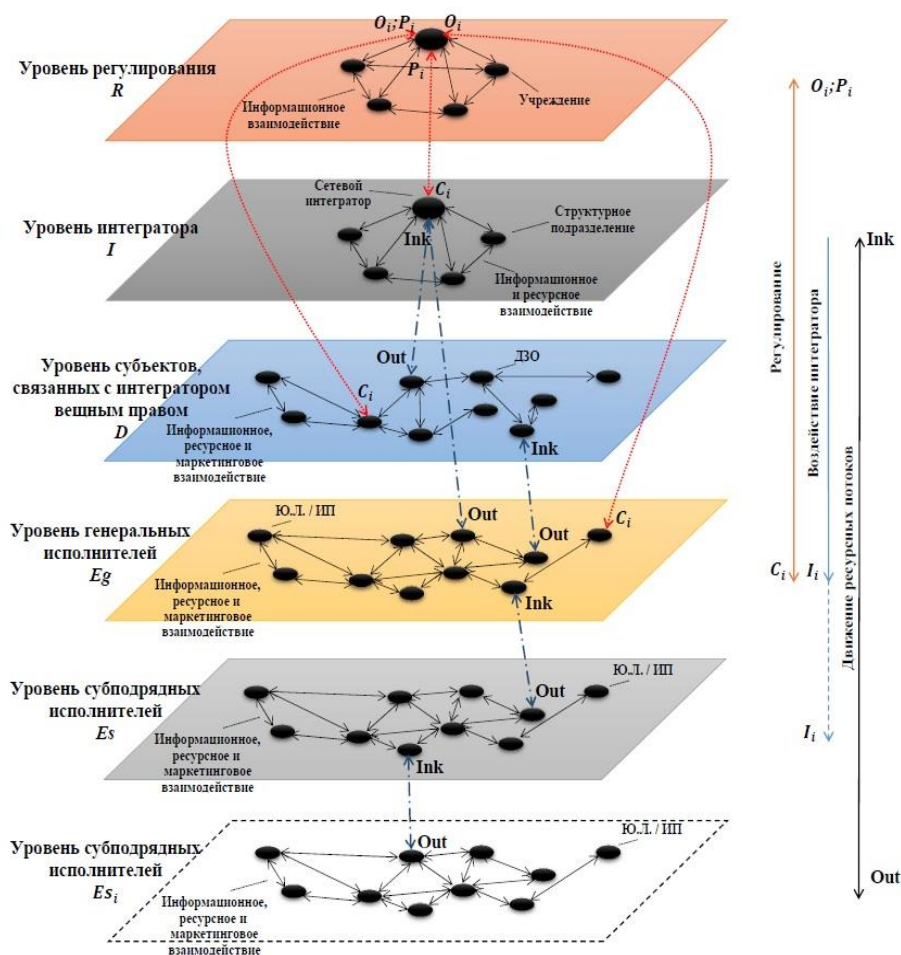


Рисунок 1 – Концептуальная пространственно-ориентированная сетевая сэндвич-модель ресурсного обеспечения

Движение ресурсных потоков между предприятиями – элементами сетевой структуры выстраивается на гражданско-правовых взаимоотношениях (вещном или договорном праве). Разработка имитационной модели движения ресурсных потоков в организационных сетях предполагает графоаналитическое представление процессов, подлежащих количественной оценке и математической формализации. Для графоаналитического представления взаимоотношений в организационных сетях предложена планетарная радиально-ориентированная модель (рисунок 2).

Закупочный процесс рассматривается как основа для ресурсных потоков. При этом закупочный процесс разделен на несколько этапов, позволяющих моделировать действия субъектов и принимать управленческие решения на основании объективной количественной информации (рисунок 3).

Далее представлена математическая формализация драйверов этапов закупочной процедуры. На первом этапе закупочного процесса со стороны внутренних подразделений агента-заказчика определяется потребность в товарах (работах,

услугах) a_i^m . Каждая i -я потребность объема a с соответствующим видом m консолидируется в общую потребность: $a_i^m \in K_{mj}$.

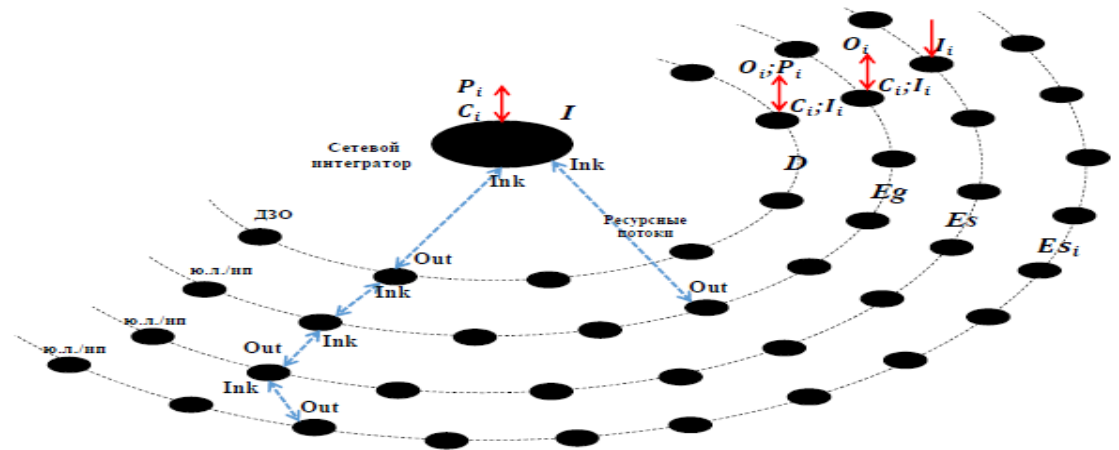
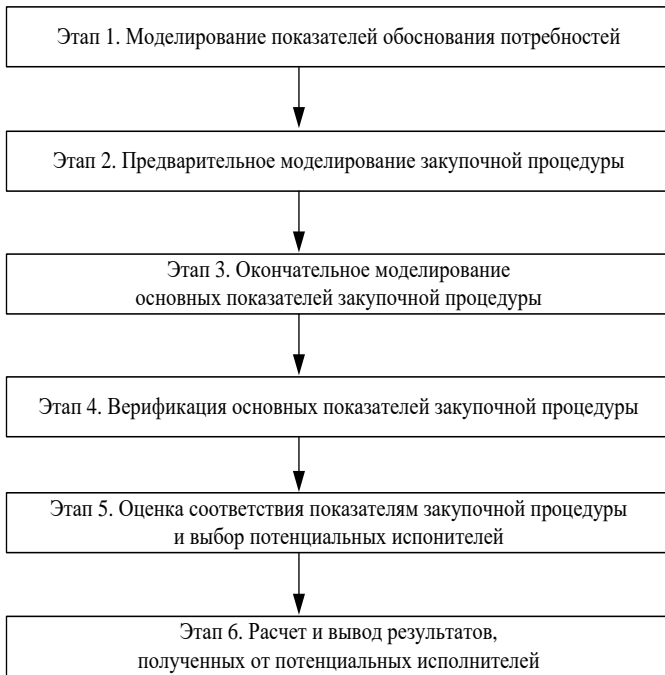


Рисунок 2 – Планетарная радиально-ориентированная сетевая модель:

I – интегратор сетевой структуры; D – орбита (уровень) дочерних и зависимых обществ (ДЗО); E_g – орбита генеральных исполнителей по договорам с интегратором и ДЗО; E_s и E_{si} – орбиты субподрядных исполнителей; Ink и Out – соответствующие входящие и исходящие ресурсные потоки; P_i – отчетность и публичность деятельности; O_i – соблюдение соответствия требованиям нормативов и законодательства; C_i – нормативное и законодательное воздействие; I_i – воздействие и контроль со стороны интегратора



Этап	Наименование	Характеристика
1	Определение потребности	Получение потребностей от структурных подразделений и отдельных субъектов сетевой структуры
2	Разработка плана закупок	Консолидация и планирование закупочных процессов
3	Подготовка пакета документов	Разработка документов и формализация критериев оценки
4	Открытие закупочной процедуры (экспозиция)	Приглашение потенциальных исполнителей
5	Оценка заявок	Допуск/отклонение и оценка предложений
6	Закрытие закупочной процедуры (подведение итогов)	Выбор победителей

Рисунок 3 – Моделирование закупочной процедуры

После консолидации агент-заказчик собственными силами определяет возможность и экономическую целесообразность удовлетворения возникшей потребности:

$$K_{mj} < Q_m = \frac{F}{C_{\text{ориентир}}^m - V_m}, \quad (1)$$

где Q_m – расчетный (условный) объем товаров (работ, услуг), требующийся к удовлетворению потребностей; F – постоянные издержки организации вне зависимости от объема производства товаров (работ, услуг) собственными силами; $C_{\text{ориентир}}^m$ – ориентировочная цена закупки единицы товаров (работ, услуг); V_m – переменные издержки в расчете на единицу производимых товаров (работ, услуг) собственными силами. Определение целесообразности закупочной процедуры представлено на рисунке 4.

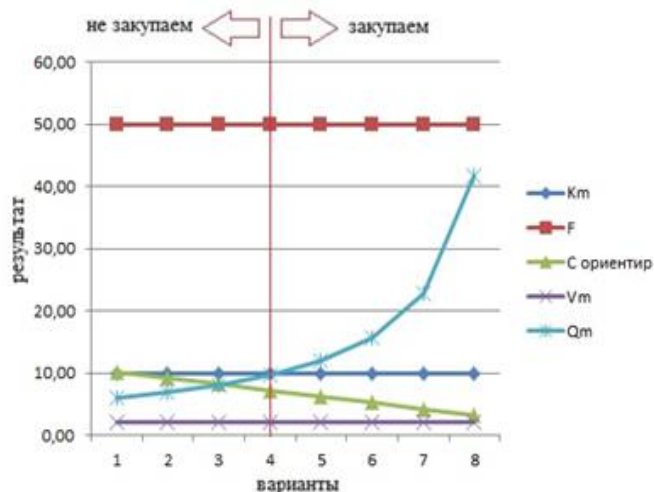


Рисунок 4 – Определение целесообразности закупки товаров (работ, услуг) при изменении $C_{\text{ориентир}}^m$

Для второго этапа закупочного процесса математически формализованы следующие драйверы: категория закупочной процедуры ($K_{\text{зак}}^m$), вид закупочной процедуры (ВЗП), начальная (максимальная) цена ($C_{\text{НМЦ}}$). Категория закупочной процедуры зависит от влияния рисков на исходящий поток. Категоризация представлена с помощью нечетких лингвистических величин, зависящих от вероятности возникновения и величины экономических потерь.

Оценка риска и соответствующей категории закупки представлена значениями больших рисков (категория 1), средних (категория 2) и низких (категория 3).

От категории зависит вид закупочной процедуры, выраженный в наличии или отсутствии количественной оценки качественных характеристик предложений потенциальных исполнителей:

$$\text{ВЗП} = \begin{cases} \text{ПГЗ, если Ц} \\ \text{ВГЗ, если (Ц + НЦ)}, \end{cases} \quad (2)$$

где ВЗП – вид закупочной процедуры; ПГЗ – первая группа закупок (установление критериев допуска, оценка предложений потенциальных исполнителей только по ценовым факторам Ц); ВГЗ – вторая группа закупок (установление критериев допуска и оценки; оценка осуществляется по ценовым Ц и неценовым факторам НЦ (установление критериев оценки)).

Начальная (максимальная) цена (НМЦ) определяется исходя из предварительного анализа рыночной стоимости требуемых ресурсов.

Для проверки ценовой выборки следует проверять статистическую корректность путем определения среднеквадратического отклонения.

Итоговое значение НМЦ определяется на основании интерпретации значений коэффициента вариации расчётом как среднего между минимальным и среднеарифметическим, среднеарифметическим или медианным.

По результатам второго этапа закупочной процедуры происходят проверка на соответствие бюджетным параметрам и корректировка параметров в зависимости от заложенных алгоритмов.

Для третьего этапа происходит математическая формализация следующих драйверов: критерии допуска/отклонения ($K_{\text{допуск}}$) и оценки ($K_{\text{оценка}}$), вид типового договора и технического задания (T_m), корректировки значений в зависимости от управляющих воздействий.

По результатам третьего этапа оцениваются и корректируются значения в зависимости от управляющих воздействий со стороны внутренних служб.

Для четвертого этапа математическая формализация драйверов заключается в получении заявок от потенциальных исполнителей и корректировки значений в зависимости от запросов.

На пятом и шестом этапах исходя из допуска/отклонений и сравнений предложений исполнителей выбирается победитель.

Допуск/отклонение заключается в проверке соответствия обязательным параметрам закупочной процедуры.

Ценовые и неценовые предложения при ВГЗ сравниваются решением многокритериальной задачи, основанной на совокупности следующих подходов: иерархический, TOPSIS и нечеткий многоцелевой.

Алгоритм решения многокритериальной задачи включает в себя построение соответствующих матриц: критерии оценки переводятся в безразмерный вид, к полученным критериям применяют коэффициенты весов α_i , далее находят идеально позитивное и идеально негативное решения, затем определяются расстояния от альтернатив до идеальных решений, финальное действие – нахождение относительной близости (соответствия) к идеально позитивному решению.

Перевод критериев в безразмерный вид:

$$p_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n k_{ij}^2}}, \quad (3)$$

где k_{ij} – соответствующая величина критерия из предложения потенциального исполнителя.

Применение весовых коэффициентов к безразмерным величинам критериев:

$$g_{ij} = \alpha_i \cdot p_{ij}. \quad (4)$$

Нахождение идеально позитивного и идеально негативного решений:

$$R_i^+ = \max(g_i); \quad R_i^- = \min(g_i). \quad (5)$$

Нахождение расстояний от альтернатив до идеальных решений:

$$S_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i^+ - g_{ij})^2}; \quad S_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i^- - g_{ij})^2}. \quad (6)$$

Нахождение относительной близости (соответствия) к идеально позитивному решению:

$$S_{\text{близ}j}^+ = \frac{S_j^-}{S_j^+ + S_j^-}. \quad (7)$$

Результатом этапа являются обработанные данные от потенциальных исполнителей (рисунок 5).

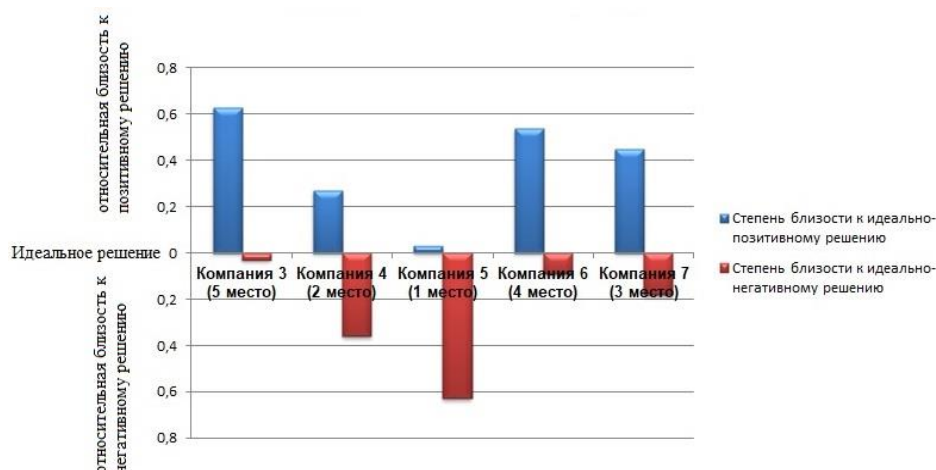


Рисунок 5 – Оценка близости к идеальному решению потенциальных исполнителей при ВГЗ

Таким образом, победителя среди потенциальных исполнителей для ПГЗ выбирают из минимального ценового предложения, для ВГЗ – из наибольшей оценки относительной близости к идеально позитивному решению.

Главное преимущество такого подхода к оценке предложений потенциальных исполнителей – использование относительных величин в зависимости от предложений при первоначальном установлении входного порога. Данное преимущество актуально для таких крупных сетевых структур, как холдинг «РЖД».

Результат закупочной процедуры – появление ресурсных потоков. При осуществлении входящего ресурсного потока исполняются обязательства сторон, а заказчик получает необходимое (товары, работы, услуги).

Следующий этап исследования движения ресурсных потоков – определение эффективной реализации исходящих потоков категориям заказчиков.

Методика при моделировании исходящих ресурсных потоков: 1) моделирование ресурсных потоков в сетевые организационные структуры; 2) моделирование ресурсных потоков в сетевые структуры на договорных основах; 3) моделирование ресурсных потоков заказчикам вне сетевых структур на договорных основах; 4) представление результатов моделирования в виде декомпозиции по видам заказчиков.

Действия при реализации ресурсных потоков заказчиком в силу вещного права заключается в проверке ограничений в принятии управленческих решений. Тогда объем ресурсных потоков, подлежащий реализации:

$$\begin{cases} E_I \geq \alpha_{\min}, \\ m \geq \beta_{\min} \end{cases}, \quad (8)$$

где E_I – экономическая целесообразность сети при получении ресурсных потоков от агента-исполнителя; α_{\min} и β_{\min} – коэффициенты, учитывающие минимальный уровень соответственно E_I и m .

При проверке экономической целесообразности возможна корректировка E_I в случае соответствующего управленческого решения со стороны интегратора $P_{упрI}$ и корректировка m при обязательном соблюдении условий $\beta_{\min} \geq r_b$, где r_b – средняя ставка доходности по банковскому депозиту в рассматриваемый период времени.

Действия при реализации ресурсных потоков в сетевые структуры на договорном праве заключаются в учете отдельных интересов. В основе лежат принципы экономической привлекательности, которая определяется расчетом соответствующих коэффициентов тяготения и их последующим сравнением.

Стремление сетевого интегратора взаимодействовать с агентом-исполнителем на договорном праве:

$$K_{вз}(i) = \frac{1}{1 + \alpha_1 \cdot (m - R_{пр})^2} + \alpha_2 \cdot K_{неоф} - \alpha_3 \cdot P_{бр}, \quad (9)$$

где $R_{пр}$ – приемлемая для сети рентабельность i -го субъекта; $K_{неоф}$ – показатель неофициальных взаимоотношений между сотрудниками компаний; $P_{бр}$ – средний процент брака при реализации ресурсных потоков за некоторый период; $\alpha_{1,2,3}$ – соответствующие весовые коэффициенты.

Стремление агента-исполнителя взаимодействовать с сетью на договорном праве:

$$K_{пр.с}(i) = \frac{1}{1 + \alpha_4 \cdot (R_{пр} - m)^2} + \alpha_5 \cdot K_{неоф} + \alpha_6 \cdot K_{пи}, \quad (10)$$

где $K_{пи}$ – величина поддержки агента-исполнителя интегратором сети на договорных отношениях; $\alpha_{4,5,6}$ – соответствующие весовые коэффициенты.

Стремление агента-исполнителя взаимодействовать с заказчиками вне сетевых структур на договорном праве:

$$K_{пр.р}(i) = \frac{1}{1 + \alpha_7 \cdot (R_p - m)^2} + \alpha_8 \cdot \left(\frac{C_L}{C_{кор}} - 1 \right), \quad (11)$$

где R_p – средний уровень рентабельности i -го субъекта в случае реализации ресурсных потоков внесетевым заказчиком на договорных отношениях; C_L – величина, характеризующая уровень конкуренции или степень монополизации рассматриваемого сектора рынка; $C_{кор}$ – корректирующее значение величины C_L , которое

подбирают в зависимости от экономико-математической сущности и численного значения рассматриваемой величины; $\alpha_{7,8}$ – весовые коэффициенты.

Наличие у агента-исполнителя тяготения к сетевым структурам на договорном праве определяется следующим образом:

$$\begin{cases} K_{вз}(i) \geq \delta_{\min} \\ K_{пр.с}(i) \geq K_{пр.р}(i) \end{cases} \quad (12)$$

где δ_{\min} – минимальный уровень заинтересованности сетевого интегратора во взаимодействии с i -м субъектом.

Следующий этап – определение интегрального значения рисков взаимодействия с заказчиком:

$$k_{уст}(i) = 1 - \frac{n_i \cdot k_{ни}}{N_i}, \quad (13)$$

где n_i – количество нарушений i -м заказчиком, выявленных на этапе исполнения обязательств по договорам; $k_{ни}$ – коэффициент, характеризующий степень нарушений; N_i – общее количество договоров i -го заказчика.

После расчета, оценки и сравнения всех рассмотренных показателей с пороговыми значениями – ограничениями системы определяют количество сетевых структур, в которые можно направить ресурсные потоки на договорном праве.

Действия при реализации ресурсных потоков заказчикам вне сетевых структур выражены в поиске заказчиков на основании вероятностных величинах выгоды взаимодействий:

$$P_{упр}(i) = k_{exp}(i) + k_{conf}(i) + K_{неоф}(i) + HF(i) + TF(i), \quad (14)$$

где $k_{exp}(i)$ – степень соответствия опыта; $k_{conf}(i)$ – степень соответствия критериям оценки; $HF(i)$ – наличие субъективного человеческого фактора; $TF(i)$ – наличие технического и/или технологического фактора. Все коэффициенты принимают значения от 0 до 1.

Общая оценка эффективности реализации ресурсных потоков выражается в оценке невостребованных мощностей.

Предложенные подходы и методики организации движения ресурсных потоков формируют основу имитационной модели ресурсного обеспечения сетевых организационных структур.

В третьей главе предложены единый алгоритм ресурсного обеспечения сетевой структуры, интегральный показатель устойчивости обеспечения и математическая модель закупочного процесса сетевого интегратора.

Для решения поставленной задачи предложены механизмы автоматизации и настройки ресурсного обеспечения сети на основании использования смарт-контрактов с технологией блокчейн. Суть механизма заключается в увязке всех алгоритмических действий элементов сети в единый блок информации с гармонизацией действий по закупкам и реализации ресурсных потоков.

Единый алгоритм ресурсного обеспечения заключается в увязке блоков информации, гармонизации триггеров принятия решений и преобразовании всех протоколов в единый программный код (рисунок 6). Программный код представляет собой систему с условиями и следующими за ними действиями.

В качестве критерия эффективности внутрихолдингового обеспечения и реализации производственных программ целесообразно использовать интегральный коэффициент устойчивости сетевого интегратора:

$$K_{\text{инт}} = f(K_{\text{Ink}}, K_{\text{пр}}, K_{\text{Out}}), \quad (15)$$

где K_{Ink} – интегральный показатель устойчивости ресурсного обеспечения сетевого интегратора; $K_{\text{пр}}$ – интегральный показатель собственной устойчивости сетевого интегратора, характеризующий внутренние производственные бизнес-процессы; K_{Out} – интегральный показатель устойчивости реализации интегратором исходящих ресурсных потоков.

Коэффициент K_{Ink} является одним из критериев эффективности движения ресурсных потоков в сетевой структуре:

$$K_{\text{Ink}}(i) = \frac{Q_f(i)}{Q_p(i)}, \quad (16)$$

где $Q_f(i)$ – фактический объем входящих ресурсных потоков, поступивших сетевому интегратору при реализации i -го управленческого решения; $Q_p(i)$ – плановый объем входящих потоков, необходимый для сетевого интегратора.

Основу появления ресурсных потоков составляет закупочная деятельность, от результатов которой зависит эффективность осуществления ресурсного обеспечения и реализация всех заложенных алгоритмов действий (рисунок 7).

Этапы позволяют генерировать события отдельно и независимо в целях выработки наиболее эффективных управленческих решений (таблица).

Каждый этап имитационной модели закупочной деятельности интегратора представляет собой математическую формализацию основных драйверов, позволяющих в итоговом варианте получить информацию для расчетов $K_{\text{Ink}}(i)$ и $K_{\text{уст}}(i)$.

В результате расчетов можно получить эффективную организацию ресурсных потоков в сети, при которых справедливо:

$$\begin{cases} K_{\text{Ink}}(i) \rightarrow 1 \\ K_{\text{уст}}(i) \geq K_{\text{уст}}(\text{min}) \end{cases}, \quad (17)$$

где $K_{\text{Ink}}(i)$ – интегральный показатель устойчивости ресурсного обеспечения; $K_{\text{уст}}(i)$ – устойчивость хозяйствующих субъектов, характеризующая вероятность стабильного исполнения обязательств при движении ресурсных потоков; $K_{\text{уст}}(\text{min})$ – принятое минимально-необходимое пороговое значение $K_{\text{уст}}(i)$.

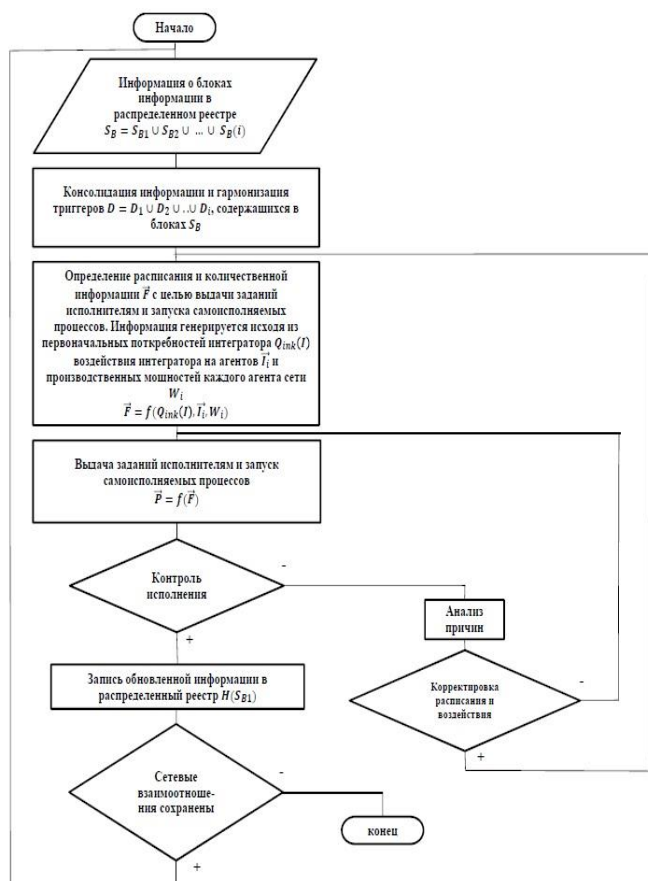


Рисунок 6 – Единый алгоритм ресурсного обеспечения в сетевых структурах



Рисунок 7 – Алгоритмическая модель закупочной деятельности при ресурсном обеспечении сетевого интегратора

Этапы алгоритмических действий модели закупочной деятельности сетевого интегратора

Этап	Наименование	Действия и драйверы
1	Исходные данные	Введение исходных данных модели
2	Оценка целесообразности закупки	Консолидация и определение необходимости осуществления закупки
3	Моделирование параметров	Моделирование исходных параметров закупочной процедуры и показателей потенциальных исполнителей
4	Оценка результатов	Оценка доли ресурсных потоков, подлежащих реализации сетевому интегратору
5	Определение устойчивости	Оценка общей устойчивости ресурсных потоков
6	Вывод результатов	Вывод результатов и сравнение с заданными значениями

На втором этапе – консолидация потребности в ресурсных потоках $a_i^m \in K_{mj}$ и обоснование необходимости осуществления входящих ресурсных потоков от сете-

вой структуры на основании производственной возможности $P_{\text{произв}}^m$ и определении экономической целесообразности $K_{mj} < Q_m$.

Архитектура третьего этапа – моделирование исходных параметров закупочной процедуры и предложений потенциальных исполнителей. Параметры закупочной процедуры включают в себя начальную (максимальную цену) $C_{\text{НМЦ}}^m$, категорию закупочной процедуры $K_{\text{зак}}^m$, вид закупочной процедуры ВЗП, вид типового технического задания и договора T_m , критерии допуска $K_{\text{допуск}}$ и оценки $K_{\text{оценка}}$ потенциальных исполнителей.

На четвертом этапе – оценка предложений от всех потенциальных исполнителей. В качестве интегральной оценки при сравнении показателей от групп потенциальных исполнителей используются усредненные показатели предложений. Для оценки устойчивости потенциальных исполнителей – показатели минимальной устойчивости субъекта группы. Для сравнения значений относительной близости каждой группы потенциальных исполнителей $S_{\text{близ}}^+(i)$ используют поправочные коэффициенты q_i , нивелирующие приоритеты и показывающие объективную оценку.

Таким образом, для групп потенциальных исполнителей получены следующие показатели относительной близости: 1) Для субъектов, входящих в сеть на вещном праве $S_{\text{близ}}^+(1) = q_1 \cdot S_{\text{близ}1}^+$. 2) Для субъектов, входящих в сеть на договорном праве $S_{\text{близ}}^+(2) = q_2 \cdot S_{\text{близ}2}^+$. 3) Для субъектов, не входящих в сетевую структуру $S_{\text{близ}}^+(3) = q_3 \cdot S_{\text{близ}3}^+$.

Полученные показатели относительной близости и устойчивости используют для определения потенциального объема ресурсных потоков, необходимого для реализации сетевому интегратору.

Дополнительно при определении объемов ресурсных потоков учитывают производственные мощности потенциальных исполнителей. В случае возникновения дефицита производственных мощностей свободный ресурсный поток перераспределяется между другими категориями потенциальных исполнителей или определяются итоговые значения дефицита предложений для принятия последующих управленческих решений.

После определения объема, который подлежит реализации для нужд сетевого интегратора от группы потенциальных исполнителей, оценивается относительная близость и объемы реализации ресурсных потоков внутри групп.

Пятый этап – расчёт устойчивости каждого допущенного исполнителя $K_{\text{уст}}$. Для оптимизации имитационного моделирования устанавливаются пороговые значения $K_{\text{уст}}$, ниже которых значения потенциальных исполнителей отсеиваются из-за низкой вероятности дальнейшей организации движения ресурсных потоков в организационных сетях.

Шестой этап – вывод результатов и сравнение их с заданными значениями. При этом каждому значению K_{Ink} присваивают $K_{уст}$, характеризующую вероятность стабильности будущих ресурсных потоков.

Таким образом, разработанная модель является математическим клоном принятия управленческих решений и позволяет генерировать различные варианты организации движения ресурсных потоков в зависимости от результатов закупочной процедуры и принципов построения сетевой структуры в целом.

В качестве верификации предложенной модели ресурсного обеспечения показаны изменения интегрального коэффициента ресурсного обеспечения сетевого интегратора при изменении параметров модели.

На первом этапе верификации предлагается изменение одного из главных параметров – начальной (максимальной) цены закупки. Так как интегральный коэффициент устойчивости обеспечения зависит от устойчивости поставщиков, для имитационного моделирования показано влияние изменения цены при разных заданных минимальных коэффициентах устойчивости потенциальных поставщиков (рисунок 8).

Другие параметры сети при имитационном моделировании не изменялись. Как видно из графика, зависимость имеет логичный характер, так как при изменении НМЦ уменьшаются объемы поставок интегратору.

При изменении иных параметров моделей, влияющих на НМЦ, возникнет такая же зависимость (рисунок 9). Как видно из графика, результаты моделирования показывают те же значения, что и при изменении НМЦ.

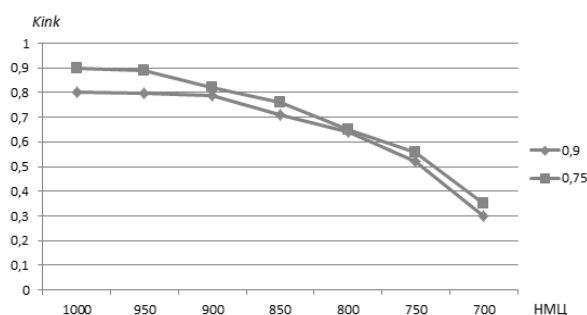


Рисунок 8 – Влияние начальной (максимальной) цены (НМЦ) на интегральный коэффициент устойчивости ресурсного обеспечения (K_{Ink}) при разных минимальных коэффициентах устойчивости потенциальных поставщиков (0,9 и 0,75)

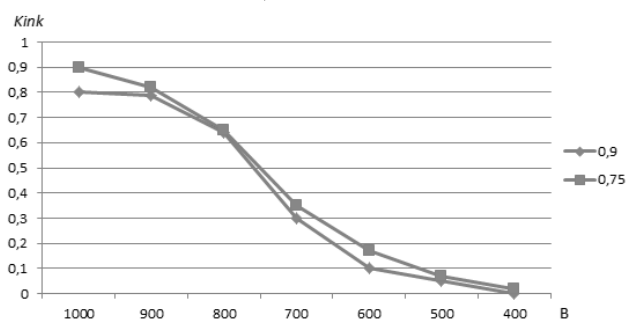


Рисунок 9 – Влияние бюджетных ограничений (B) на интегральный коэффициент устойчивости ресурсного обеспечения (K_{Ink}) при разных минимальных коэффициентах устойчивости поставщиков (0,9 и 0,75)

При верификации модели рассмотрено влияние количества исполнителей на интегральную устойчивость ресурсного обеспечения (рисунок 10). Зависимость имеет логичный характер, так как при увеличении количества исполнителей повышается объем ресурсных потоков и снижаются риски.

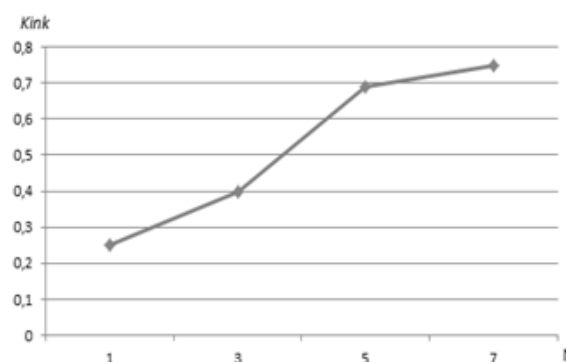


Рисунок 10 – Влияние изменения количества потенциальных исполнителей (N) на устойчивость ресурсного обеспечения сетевого интегратора

Таким образом, результаты имитационного моделирования соответствуют общеэкономическим и авторским представлениям о процессах ресурсного обеспечения. Результаты исследования ресурсного обеспечения сетевой структуры холдинга «РЖД» подтверждают состоятельность предложенной теории и могут быть использованы при выработке управленческих решений.

В четвертой главе с использованием разработанной и верифицированной математической модели исследованы закупочные процедуры в холдинге «РЖД» и даны рекомендации по улучшению ресурсного обеспечения.

Этап обоснования необходимости закупочной процедуры представлен на примере услуги по предоставлению мягкого съёмного инвентаря ГК «Риквэст» для нужд АО «ФПК» (дочернее общество ОАО «РЖД») для обеспечения бельём пассажиров в поездах дальнего следования. Так как целью математического моделирования является выработка управленческих решений при проигрывании сценариев, рассмотрено влияние изменения $C_{\text{ориентир}}^m$ на принятие решения о закупке (рисунок 11).

Как видно по результатам вариантных расчетов, влияние изменения $C_{\text{ориентир}}^m$ существенно при определении целесообразности осуществления закупочной процедуры. В рассматриваемом кейсе пороговое значение $C_{\text{ориентир}}^m = 51,27$ руб./кг.

Для изучения возможностей повышения эффективности закупочных процедур (третий этап) рассмотрим влияние добавления потенциальных исполнителей, входящих в сетевую структуру АО «Компания ТрансТелеКом», на примере состоявшейся закупочной процедуры по модернизации систем кондиционирования на узле телекоммуникационной сети (рисунок 12).

В результате добавления потенциальных исполнителей, входящих в сетевую структуру, можно распределять объемы работ среди большего количества компаний, повысилась и стабильность ресурсных потоков, как следствие, предсказуемость результатов. Рост коэффициента K_{Ink} составил 12,8 % (с 0,789 до 0,890).

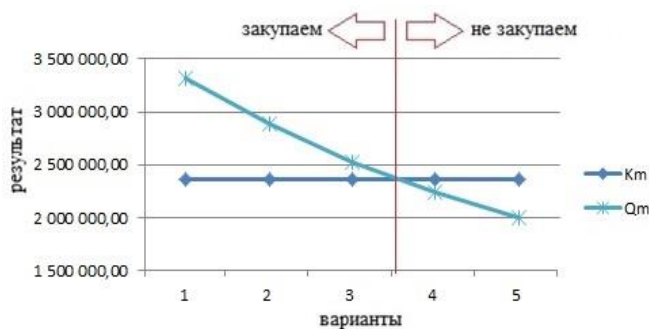


Рисунок 11 – Обоснование закупочной процедуры

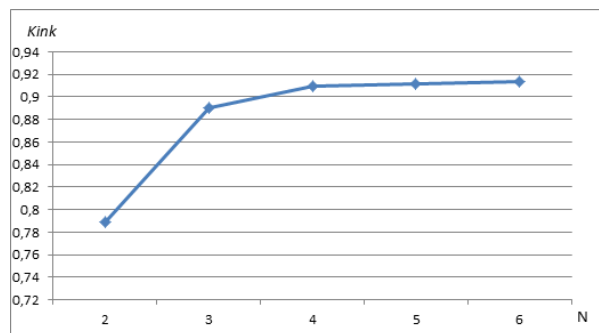


Рисунок 12 – Влияние добавления потенциальных исполнителей на K_{Ink}

Анализируя в рамках рассматриваемой закупочной процедуры АО «Компания ТрансТелеКом» влияние количества потенциальных исполнителей на K_{Ink} , можно сделать вывод, что оптимальное количество потенциальных исполнителей должно быть не менее четырех.

Апробация математической модели основного этапа (четвертый этап) проведена на примере состоявшейся закупочной процедуры ПАО «Ростелеком» по строительству оптической телекоммуникационной сети. Относительная близость потенциальных исполнителей составила 96,83 и 98,35 баллов.

Результаты имитационного моделирования четвертого этапа показывают работоспособность модели и соответствие принятым на состоявшейся закупочной процедуре решениям. В выбранном кейсе состоявшейся закупочной процедуры приведены балльные оценки на основании экспертного мнения, а это риск получения субъективных результатов. Использование субъективных балльных оценок при сравнении предложений потенциальных исполнителей по сравнению с объективными расчетами показателей относительной близости, предложенной в настоящем исследовании, менее репрезентативно и адаптивно.

Результаты расчетов показывают возможность использования разработанной методики для совершенствования ресурсного обеспечения в холдинге.

Далее для организации ресурсного обеспечения рассмотрен сектор локомотивного хозяйства. Сетевым интегратором рассматриваемого сектора является Дирекция тяги – филиал ОАО «РЖД» (ЦТ).

ЦТ предоставляет тяговый подвижной состав и локомотивные бригады для грузовых перевозок и перевозок пассажиров в дальнем следовании. В общем виде ЦТ управляет эксплуатационными и сервисными локомотивными депо; сервисные локомотивные депо переданы в управление частным структурам (ГК «Синара – Транспортные машины» и ГК «ЛокоТех»).

При организации ресурсного обеспечения в рассматриваемом секторе укрупненно получают три центра принятия решений: ЦТ, ГК «Синара – Транспортные машины» и ГК «ЛокоТех». Каждая из представленных структур является

сетевым интегратором, их действия в части организации закупочных процедур часто не скоординированы, что влияет на конечный результат деятельности ЦТ.

Так как все три структуры входят в сетевую структуру, логично представить общую схему организации ресурсного обеспечения на основании смарт-контрактов с распределенным реестром.

При консолидации ресурсных потоков в единый алгоритм сокращение общей суммы закупки для ЦТ со всех депо при моделировании поставок однотипных расходных материалов составило 0,38 %, или 600 000 руб.

Таким образом, результаты показывают возможность использования данных о потенциальных исполнителях для нужд рассматриваемой сети. Получившиеся взаимоотношения между разными хозяйствующими субъектами представляют собой подобие кооперативных взаимоотношений и повышают эффективность закупочных процедур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения настоящего диссертационного исследования получены следующие основные результаты, совокупность которых подтверждает достижение цели и решение задач исследования.

1. Ресурсное обеспечение сетевых организационных структур служит одним из ключевых бизнес-процессов, а его определяющей составляющей является закупочный процесс, который служит основанием для появления ресурсных потоков при исполнении обязательств сторон.

2. Обоснованы идеи необходимости моделирования организации движения ресурсных потоков в сетевых структурах как наиболее эффективном инструменте совершенствования производственно-хозяйственной деятельности. Разработана графоаналитическая модель движения ресурсных потоков в организационных сетях, продолжающая идеи построения сетей в виде сэндвич-моделей и радиально-планетарной организации субъектов сетевой структуры. Модель дополняет исследования представлением процессов в виде регулирования и движения ресурсных потоков.

3. Формализованы показатели закупочного процесса. На основе формализованных показателей предложены методика и имитационная математическая модель моделирования процессов с целью выработки автоматизированных управленческих решений. Модель подразумевает последовательное моделирование каждого этапа закупочного процесса. В основу моделирования предложена категоризация закупочных процедур в зависимости от рисков и влияния на результирующий исходящий ресурсный поток.

4. Формализованы показатели реализации ресурсных потоков разным категориям заказчиков в сетевых организационных сетях. На основе формализованных

показателей предложены методика и имитационная математическая модель моделирования процессов с целью выработки автоматизированных управленческих решений. Модель подразумевает последовательное моделирование производственных сценариев реализации ресурсных потоков заказчиком в зависимости от организационно-договорных взаимоотношений.

5. Рассмотрены и предложены автоматизация и цифровизация управленческих решений при организации движения ресурсных потоков с применением механизмов смарт-контрактов, при использовании которых можно увязывать обязательства сторон и рассчитывать наиболее эффективные алгоритмы решения поставленных задач.

6. Предложена алгоритмическая модель организации ресурсного обеспечения интегратора. В качестве математической модели предложена имитационная модель организации закупочной деятельности сетевого интегратора, учитывающая отдельные интересы заказчиков и участников, а также влияющая в дальнейшем на процесс ресурсного обеспечения. Предложенная модель позволяет проигрывать производственные сценарии и осуществлять количественную оценку на основании коэффициента устойчивости ресурсного обеспечения.

7. В качестве формализованного интегрального показателя предложена устойчивость ресурсного обеспечения сетевого интегратора, показывающая степень достижения плановых показателей. Устойчивость рассчитывается на основании прогнозов закупочной деятельности и, как следствие, самих ресурсных потоков.

8. С целью показа вероятности осуществления ресурсных потоков как результата закупочной деятельности предложено учитывать устойчивость самих субъектов взаимоотношений. Предложенная устойчивость субъектов показывает вероятность безотказной работы на основании ретроспективной информации.

9. На основании разработанной математической модели исследованы состоявшиеся закупочные процедуры холдинга «РЖД». Показана работоспособность предложенных методик и моделей и даны рекомендации по повышению эффективности осуществления ресурсного обеспечения.

При определении относительной близости потенциальных исполнителей (на примере состоявшейся закупочной процедуры) результаты имитационного моделирования показали соответствие принятым управленческим решениям. Модель позволяет вырабатывать решения на основании количественной информации, купируя субъективную балльную оценку. В закупочной процедуре ПАО «Ростелеком» экспертной оценке в 96,83 балла соответствовала расчетная величина относительной близости 0,496, а оценке в 98,35 балла – величина относительной близости 0,504.

Выявлено, что с увеличением количества потенциальных исполнителей с двух до трех рост K_{Ink} составил 12,8 %. Также результаты имитационного модели-

рования показали, что оптимальное количество потенциальных исполнителей должно быть не менее четырех.

10. В целях совершенствования организации ресурсного обеспечения показана схема организации движения ресурсных потоков и консолидации центров принятия решений (на примере отдельного сектора сетевой структуры «РЖД») на основании распределения информации в корпоративном реестре и консолидации ресурсных потоков в единый алгоритм действий.

Результаты моделирования консолидированных параметров ресурсного обеспечения (на примере отдельного сектора холдинга «РЖД») показали рост эффективности закупочных процедур в части сокращения цены на 600 000 руб., или на 0,38 %.

Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

1. Тихонов, П.М. Развитие ресурсного обеспечения при регулируемой закупочной деятельности // Вестник УрГУПС, 2019. № 4 (44). С. 112–123. **(По перечню ВАК).**

2. Тихонов, П.М. Графоаналитическая модель ресурсного обеспечения сетевой организационной структуры при регулируемом закупочном процессе (на примере холдинга «РЖД») // Вестник РГУПС. 2020. № 1. С. 129–136. **(По перечню ВАК).**

3. Тихонов, П.М. Моделирование действий агента-заказчика при закупочной процедуре / В.М. Сай, П.М. Тихонов // Вестник УрГУПС. № 2 (46). 2020. С. 51–68. **(По перечню ВАК).**

4. Тихонов, П.М. Моделирование движения ресурсных потоков в организационных сетях (на примере холдинга «РЖД») / В.М. Сай, П.М. Тихонов // Транспорт Урала. № 3 (66). 2020. С. 104–112. **(По перечню ВАК).**

5. Тихонов, П.М. Имитационное моделирование действий агента-заказчика при закупочной процедуре как способ совершенствования организации производственно-хозяйственной деятельности (на примере холдинга «РЖД») / П.М. Тихонов, И.Д. Громов // Вестник УрГУПС. № 3 (47). 2020. С. 89–101. **(По перечню ВАК).**

6. Тихонов, П.М. Формализация отдельных интересов заказчика и участника закупочной процедуры / И.Д. Громов, П.М. Тихонов // Вестник УрГУПС. № 3 (47). 2020. С. 74–80. **(По перечню ВАК).**

7. Тихонов, П.М. Цифровизация и автоматизация управления движением ресурсных потоков в организационных сетях (на примере холдинга «РЖД») // Вестник СГУПС. № 1 (56). 2021. С. 78–83. **(По перечню ВАК).**

8. Тихонов, П.М. Моделирование ресурсных потоков в сетевых организационных структурах (на примере холдинга «РЖД») / В.М. Сай, П.М. Тихонов // Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами VI Міжнародної науково-

практичної конференції «Інновації в сучасній науці». – Київ : Центр наукових публікацій. – 2020. – С. 30–35.

9. Тихонов, П.М. Графоаналитическая модель ресурсных потоков в сетевых организационных структурах (на примере холдинга «РЖД») / В.М. Сай, П.М. Тихонов // Збірник статей науково-інформаційного центру «Знання» за матеріалами LXII Міжнародної науково-практичної конференції «Развиток науки в XXI столітті». – Харків : Науково-інформаційний центр «Знання». – 2020. – С. 52–58.

10. Тихонов, П.М. Моделирование закупочного процесса в сетевых организационных структурах (на примере холдинга «РЖД») / В.М. Сай, П.М. Тихонов // Труды Международн. научн.-практ. конф. «Концептуальные проблемы экономики и управления на транспорте: взгляд в будущее». – М. : РУТ (МИИТ). – 2020. – С. 239–241.

11. Тихонов, П.М. Имитационное моделирование закупочной деятельности при ресурсном обеспечении сетевых структур (на примере холдинга «РЖД») / В.М. Сай, П.М. Тихонов // М-лы XXIII Международн. научн.-практ. конф. «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки», North Charleston, USA : LuluPress, Inc. – 2020. – С. 89–93.

Тихонов Павел Михайлович

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕСУРСНЫХ ПОТОКОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СЕТЯХ (НА ПРИМЕРЕ ХОЛДИНГА «РЖД»)

Специальность 05.02.22 – Организация производства
(транспорт, технические науки)

Подписано в печать 19.04.2021.

Формат 60×84 1/16

Тираж 100 экз.

Усл. печ. л. 1,4.

Заказ 195.

Издательство УрГУПС, 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66.