

На правах рукописи



Горелова Дарья Юрьевна

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР**

Специальность 05.02.22 – Организация производства
(транспорт, технические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2022

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 Петр 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»

Зубков Валерий Валерьевич,
кандидат технических наук, руководитель «Научно-технического комплекса интеллектуальных систем контроля и управления» Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»

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

Защита состоится «20» мая 2022 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 «__» _____ 2022 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, профессор



Н.Ф. Сирина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Архитектура организационной сети поддерживает образование конкурентной среды, наращивая при этом партнерскую массу, что способствует настройке и отладке деятельности субъектов сети.

Холдинг «РЖД», являющийся крупнейшим представителем сетевой организационной структуры в России, безусловно нуждается в методике оценки сетевой организационной структуры с точки зрения устойчивой работы её элементов. При этом методика оценки сети должна быть построена с учетом организационно-правовых форм её составляющих.

Оценка функционирования и развития сетевых организационных структур во многом обусловлена надежностью работы предприятий – элементов сети и зависит от показателей их производственно-хозяйственной деятельности. Поэтому важнейшая задача интегратора заключается в объективной оценке работы каждого хозяйствующего субъекта, входящего в сеть. Однако существующая оценка предприятий, входящих в организационные сети, ограничена оценкой самих предприятий и в меньшей мере направлена на оценку сети в целом.

Итак, необходима методика, позволяющая оценивать элементы сети и формировать сеть, учитывая как эффективность их деятельности, так и степень их взаимодействия с интегратором и другими элементами сети.

Исследование и разработка методики оценки развития и функционирования сетевых организационных структур является актуальной научной задачей.

Степень разработанности. Современное представление о конструировании сетевых организационных структур сформировано в трудах зарубежных ученых: П. Друкера, М. Кастельса, Р. Патюреля, Т. Питерса, М. Портера, Й. Рюэгг-Штюрма, Д. Скайрми, Р. Экклса, С. Янга.

Развитие кооперации элементов сетевых организационных структур с точки зрения транспортной отрасли исследовано в трудах российских ученых: В. В. Авиловой, В. С. Алиева, А. Н. Асаула, Л. А. Базилевича, А. С. Балалаева, В. Н. Буркова, И. Г. Владимирской, Ю. Б. Винслава, И. Д. Громова, Л. И. Евенко, В. В. Зубкова, А. Е. Красковско-го, А. Р. Лейбкинда, Б. З. Мильнера, В. М. Сай, С. В. Сизого, С. В. Чистякова и др.

Вопросы оценки организационных сетей исследованы в работах следующих отечественных и зарубежных ученых: Д. Дж. Бауэрсокса, Е. А. Валиевой, А. И. Кадушина, В. П. Куренкова, Дж. Д. Клосса, Т. Ю. Ковалевой, Н. Б. Михайловой, Й. Шеффи, А. К. Штыкова.

Цель научно-исследовательской работы: разработка методики оценки функционирования и развития сетевых организационных структур.

Для достижения поставленной цели потребовалось поставить и решить следующие задачи.

1. Выполнить анализ существующих графоаналитических моделей и предложить своё видение модели взаимодействия элементов в организационной сети.

2. Разработать математическую модель и методику обоснования элементов организационной сети.

3. Разработать методику обоснования элементов организационной сети с учетом их организационно-правовых форм.

4. Формализовать показатели анализа и оценки сетевой организационной структуры, разработать основные подходы ее формирования.

5. Выполнить исследование на математической модели формирования вариантов организационной сети.

Объект исследования: сетевые организационные структуры.

Предмет исследования: оценка развития и функционирования сетевых организационных структур.

Научная новизна исследования заключается в следующем.

1. Предложена авторская архитектура организации взаимодействия элементов сети, включая интегратора.

2. Разработаны математическая модель и методика обоснования хозяйствующих субъектов (элементов сети) для решения задач сетевой организационной структуры.

3. Разработаны математическая модель и методика обоснования элементов организационной сети с учётом их организационно-правовых форм.

4. Предложены алгоритм и математическая модель анализа и оценки сетевой организационной структуры.

5. Выполнены расчеты на разработанных моделях вариантов организационных сетей. Исследованы зависимости влияния параметров на структуру сети.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в представленных принципах формирования сетевых организационных структур, графоаналитической модели архитектуры кооперации сетевых организационных структур и математической модели оценки функционирования и развития сетевых организационных структур, дающей возможность оценивать работу хозяйствующих субъектов сети и сетевой организационной структуры в целом.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в представленных методиках, позволяющих выполнить оценку функционирования и развития хозяйствующих субъектов сетевой организационной структуры, в том числе оценить технико-экономические аспекты кооперации элементов организационной сети. Разработанные методики и математические алгоритмы могут быть адаптированы к рабочим кейсам кооперации элементов сетевой организационной структуры – холдинга «РЖД».

Методология и методы исследования. Принципиальным основанием для методологии исследования являются актуальные концепции развития социально-экономических систем и их технико-экономической кооперации. В работе применены методы математической статистики, корреляционно-регрессионного анализа, линейной свертки и др.

Положения, выносимые на защиту

1. Авторская концепция и графоаналитическая модель архитектоники кооперации интегратора и элементов сети.

2. Алгоритм и математическая модель обоснования субъектов права, входящих в сетевые организационные структуры, и их влияние на оценку сети в целом.

3. Методика формирования организационной сети с учетом организационно-правовых форм элементов сети.

4. Алгоритм и математическая модель анализа и оценки работы сетевой организационной структуры.

5. Результаты исследования организационных сетей на математической модели.

Степень достоверности результатов обоснована методологическими принципами исследования, которые согласуются с современными концепциями сетевой организационной кооперации, использованием сведений авторитетных зарубежных и российских ученых, корректным применением математического аппарата, отсутствием противоречий в проведенных расчетах формирования и оценки организационной сети в холдинге «РЖД».

Апробация результатов исследования. Основные положения работы доложены на Всероссийской научно-технической конференции «Транспорт Урала-2019» (Екатеринбург, УрГУПС, 2019), Всероссийской научно-технической конференции «Транспорт Урала-2020» (Екатеринбург, УрГУПС, 2020), Всероссийской научно-практической конференции «Инновации в строительстве инфраструктуры железных дорог» (Екатеринбург, УрГУПС, 2020), Международной научно-практической конференции «RTE 2020: железнодорожный транспорт и инжиниринг» (Пермь, 2020), XII Международной научной конференции «TITDS-XII-2021: Транспортная инфраструктура для устойчивого развития территорий» (Иркутск – Красноярск, 2021), Международной научно-практической конференции «Железнодорожный транспорт и технологии» (Екатеринбург, УрГУПС, 2021).

Публикации. Основные положения и результаты исследования опубликованы в девяти печатных работах изданий, в том числе в шести, входящих в «Перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов научных исследований», и в двух изданиях, индексируемых в базе данных Scopus.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и шести приложений. Работа изложена на 170 страницах основного текста, содержит 50 рисунков, 58 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение состоит из обоснования актуальности темы научной работы, степени её разработанности, формулировок цели, задач, научной новизны, теоретической и практической значимости работы.

В первой главе рассмотрены теоретические аспекты образования сетевых организационных структур, математическая формализация кооперации хозяйствующих субъектов в организационных сетях.

Интерес для исследования представляет модель формирования сети вокруг такой крупной компании (интегратора), как холдинг «РЖД». Промежуточные итоги работы холдинга свидетельствуют о потребности в оценке работы его организационной структуры.

Анализ литературных источников свидетельствует об упрощенном представлении процесса взаимодействия элементов организационной сети в виде взаимобмена «продукция – оплата» и, как следствие, необходимости учета технико-экономических показателей работы сети при формализации взаимодействия элементов сетевой организационной структуры.

На данный момент не существует единой методологии моделирования и построения прогнозных моделей функционирования сетевых организационных структур, способных адекватно оценить работу предприятий. Хотя в последние годы появляются статьи по этой проблематике.

Во второй главе представлены общие понятия о взаимодействии элементов в сетевой организационной структуре.

Графическая формализация взаимодействия элементов организационной сети предлагает представить организационно-экономическое поле сети в виде орбиты-спирали, где упорядочены узлы-элементы сети различного вида (рисунок 1).

Авторская архитектура кооперации элементов в организационной сети, характеризующая структуру организационной сети и взаимодействия между ее субъектами, представлена на рисунке 2.

На рисунках 1 и 2 приняты обозначения: R_{cp} – взаимодействие организационно-правовой плоскости 2-го типа (свободный рынок); R_{cp-cc2} – свободного рынка и 1-й организационно-правовой плоскости; R_{cp-cc1} – рынка и организационно-экономической плоскости; R_{cc2} – 1-й организационно-правовой плоскости; $R_{cc1-cc2}$ – организационно-экономической и 1-й организационно-правовой плоскостей; R_{cc1} – организационно-экономической плоскости; $R_{инт-cc1}$ – организационно-экономической плоскости с интегратором; $R_{инт-cc2}$ – 1-й организационно-правовой плоскости с интегратором; $R_{инт-cp}$ – рынка с интегратором.

пределены в организационно-правовой плоскости первого типа и могут предоставлять продукцию как хозяйствующим субъектам организационной сети, так и предприятиям свободного рынка. Предприятия свободного рынка распределяются в организационно-правовой плоскости второго типа.

Количество элементов сети принято определять исходя из суммарного количества выпускаемой продукции всеми элементами организационной сети и потребности этой продукции на предыдущей орбите. При этом количество элементов на любой орбите по i -й продукции должно быть больше одного, а все элементы, претендующие на вхождение в организационную сеть, должны иметь резервы производства.

Рассмотрены аспекты резервирования продукции. Под резервами организационной сети принята оперативная возможность расширения производства, складское резервирование, реализация продукции на свободном рынке с возможностью организации поставок в организационную сеть.

Рассмотрены геометрические и экономические показатели организационной сети, являющиеся основой для создания цифрового клона организационной сети для описания, исследования и прогнозирования происходящих в ней процессов.

В третьей главе представлена экономико-математическая модель обоснования вхождения в организационную сеть элементов с учетом их организационно-правовых форм, являющаяся частью алгоритма оценки организационной сети (рисунок 3).

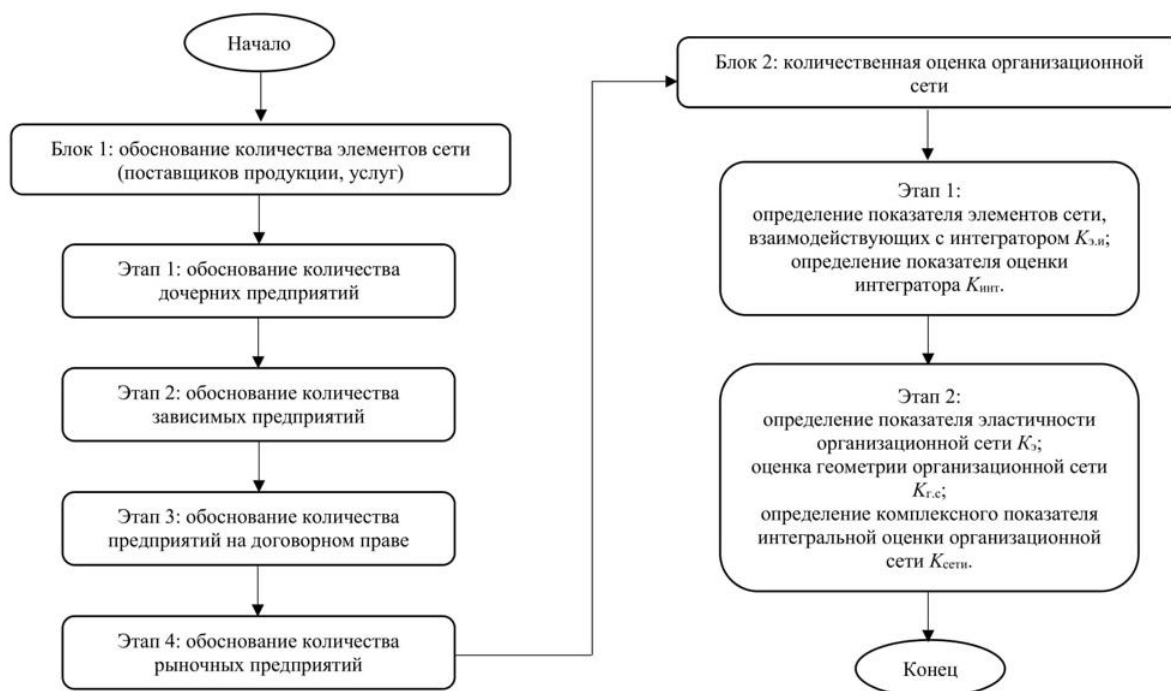


Рисунок 3 – Укрупненная блок-схема алгоритма оценки организационной сети

Блок-схема состоит из двух блоков: к блоку 1 относится алгоритм обоснования дочерних, зависимых, предприятий на договорном праве и рыночных предприятий. В блок 2 входит непосредственная оценка организационной сети.

Обоснование вхождения дочерних предприятий в организационную сеть соответствует методике, основанной на корреляционно-регрессионном анализе по трем группам показателей, которая позволяет определить максимально возможные поставки продукции Q_{ij} с учетом состояния трех групп показателей: технико-экономической $Q_{\text{техн.-эк}}$, организационно-правовой $Q_{\text{орг.-прав}}$, кадрового потенциала $Q_{\text{кадр}}$.

Математическая формализация корреляционно-регрессионного анализа подразумевает последовательное исключение показателей, которые не имеют высокого влияния на исследуемую переменную «объем реализованной продукции». Вычисление параметров уравнения регрессии по методу наименьших квадратов для каждой из трех подсистем предприятия позволяет определить возможный объем поставок Q_{ij} :

$$Q_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i. \quad (1)$$

В дальнейших расчетах принято, что прогнозный объем реализованной продукции i -го предприятия:

$$Q_{\text{прог}} = \min \{ Q_{\text{техн.-эк}}; Q_{\text{орг.-прав}}; Q_{\text{кадр}} \}. \quad (2)$$

Разработана методика оценки надежности поставок продукции дочерних предприятий интегратору в организационной сети, позволяющая учитывать состояние активной части производственных фондов как одного из основных показателей деятельности предприятия.

Прогнозная модель определения коэффициента надежности поставки продукции строится на следующих показателях.

1. Коэффициент состояния активной части производственных фондов:

$$k_{\text{ов}}(i, j) = \frac{\Phi(i, j-1)(1 - a_c) + A(i, j-1) + \Pi(i, j-1)}{\Phi_n}, \quad (3)$$

где $\Phi(i, j)$ – стоимость активной части производственных фондов i -го типа в j -м году, руб.;

$A(i, j)$ – амортизационные отчисления для i -го типа в j -м году, руб.;

$\Pi(i, j)$ – доля прибыли, направляемая на развитие фондов i -го типа в j -м году, руб.;

$a_c(i)$ – коэффициент старения активной части основных производственных фондов i -го типа;

$\Phi_n(i)$ – начальная стоимость активной части основных производственных фондов i -го типа.

2. Коэффициент обновления активной части производственных фондов:

$$k_{\text{об}}(i, j) = \frac{A(i, j-1) + \Pi(i, j-1)}{a_c \cdot \Phi(i-1)}. \quad (4)$$

Значения предложенных показателей обновления и состояния активной части производственных фондов рассматриваются как единое поле данных, на основе кото-

рых аппроксимируется общее прогнозное уравнение оценки активной части производственных фондов предприятия по гиперболическому закону:

$$k_{\text{прог}} = a \mp \frac{b}{x}, \quad (5)$$

где x – номер рассматриваемого периода (рисунок 4).

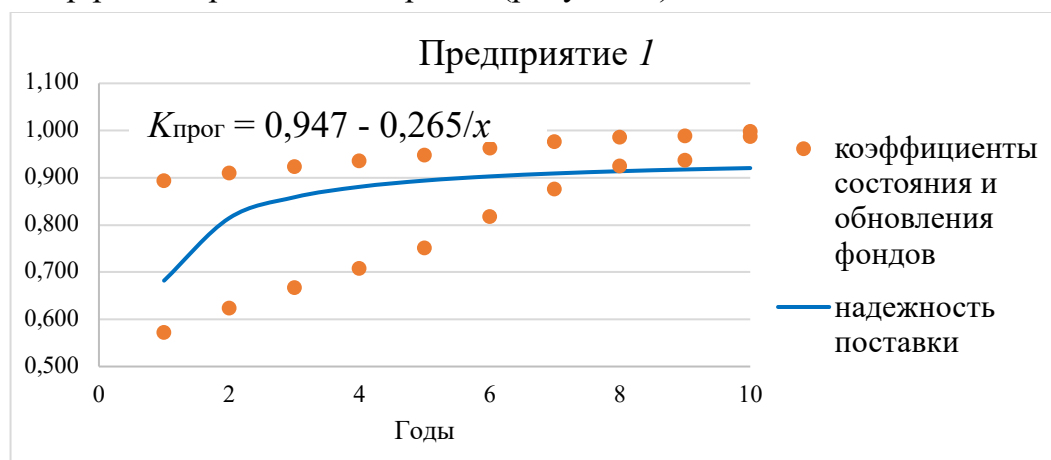


Рисунок 4 – Прогнозное уравнение надежности поставки на примере предприятия 1

Параметр $k_{\text{прог}}$ – величина директивная, определяющая объем поставок, ниже которого предприятие не может выступать сетевым поставщиком. В модели предложено ввести понятие коэффициент заказа $K_{\text{зак}}$:

$$K_{\text{зак}} = \sqrt{K_{\text{прог}}}. \quad (6)$$

Тогда:

$$Q_{\text{пос}} = K_{\text{зак}} \cdot Q_{\text{прог}}. \quad (7)$$

Зависимые предприятия и предприятия на договорном праве имеют большую свободу действий в выборе потребителей. Поэтому при разработке модели основное внимание уделено именно работе этих элементов на сеть в целом, для чего обоснован и применен параметр автаркии. Под автаркией в настоящей работе принимаем количественный показатель работы предприятия на организационную сеть.

Предложены параметры, входящие в методику отбора зависимых предприятий и предприятий на договорном праве.

1. Коэффициент обеспечения оборотными средствами i -го предприятия:

$$k_{\text{оо}}(i) = \frac{C_{\text{ос}}(i) \cdot k_{\text{обор}}(i)}{Q_{\text{сс}}(i) \left(\frac{100 - r(i)}{100} \right)}, \quad (8)$$

где $C_{\text{ос}}(i)$ – стоимость оборотных средств i -го предприятия, руб.;

$Q_{\text{сс}}(i)$ – объем реализованной продукции, выполненной собственными силами i -го предприятия, тыс. руб.;

$k_{\text{обор}}(i)$ – коэффициент оборачиваемости оборотных средств i -го предприятия;

$r(i)$ – рентабельность по балансовой прибыли i -го предприятия, %.

2. Коэффициент, отражающий непосредственную работу i -го предприятия на сеть:

$$k_{pc}(i) = \frac{Q_{общ}(i) - Q_{суб} - Q_{стор}(i)}{Q_{общ}(i)}, \quad (9)$$

где $Q_{общ}(i)$ – общий объем реализованной продукции i -м предприятием, тыс. руб.;

$Q_{суб}$ – объем работ, выполненных субподрядными предприятиями в общем объеме работ, тыс. руб.;

$Q_{стор}(i)$ – объем работ, выполненных i -м предприятием по договорам за пределы организационной сети, тыс. руб.

3. Коэффициент добавленной стоимости в продукции i -го предприятия:

$$k_{дс}(i) = \frac{r(i)}{100} + \frac{1,3 \cdot Z_{cp}(i)}{W_{выр}(i)}, \quad (10)$$

где $W_{выр}(i)$ – выработка на i -м предприятии, тыс. руб./чел.;

$Z_{cp}(i)$ – средняя заработная плата на i -м предприятии, тыс. руб./чел.

4. Коэффициент, отражающий эффективность использования производственных фондов i -го предприятия:

$$k_{пр}(i) = \frac{\sum_1^n Q_p(i)}{\sum_1^n R(i)}, \quad (11)$$

где $\sum_1^n Q_p(i)$ – объем реализованной продукции по n видам, тыс. руб.;

$\sum_1^n R(i)$ – производственная мощность предприятия по n видам продукции, тыс. руб.

5. Коэффициент, отражающий долю продукции в общих потребностях сети:

$$\xi_{зав} = \frac{\sum_{P_i} Q_{общ}(i) - Q_{стор}(i)}{\sum_{P_i} Q_{потр}(i)}. \quad (12)$$

Далее выполнена оптимизация параметров ($k_{оо}, k_{pc}, k_{дс}, k_{пр}, \xi_{зак}$) по методу утопической точки (УТ):

$$L_i = \sqrt{\sum (K_i^{УТ} - K)^2}. \quad (13)$$

Параметр удаленности L_i также является директивным. Для выделения зависимых предприятий минимальное L_i может быть меньше, чем для предприятий на договорном праве. Во всех случаях предприятия, имеющие L_i меньше директивно установленного значения, можно не включать в организационную сеть и оставить в качестве резервного.

Для обеспечения эффективной работы сети для предприятий зависимых и предприятий на договорном праве введен корректирующий коэффициент поставки:

$$k_{\text{пос}} = 1 - L_i. \quad (14)$$

Обоснование вхождения в организационную сеть предприятий свободного рынка основано на показателях, доступных для публичных акционерных обществ.

Представлен алгоритм отбора предприятий свободного рынка.

1. Нормировка критериев:

$$C_i = \frac{\Pi_i - \Pi_{i \min}}{\Pi_{i \max} - \Pi_{i \min}}, \quad (15)$$

где Π_i – рассматриваемый критерий, $\Pi_{i \min}$, $\Pi_{i \max}$ – минимальное и максимальное значения критерия в выборке.

2. Определение весовых коэффициентов критериев:

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}, \quad 0 < w_i < 1, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1. \quad (16)$$

3. Построение функции свертки:

$$C = \Pi_1 \cdot w_1 c_1 + \Pi_2 \cdot w_2 c_2 + \dots + \Pi_n \cdot w_n c_n = \sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot w_i c_i. \quad (17)$$

Отбор рыночных предприятий происходит по методу линейной свертки. Корректировка объемов поставки не предусмотрена, так как интегратор заказывает столько, сколько готово предложить предприятие.

Результаты верификации экономико-математических моделей подтвердили их адекватную работу при изменении параметров производственно-хозяйственной деятельности рассматриваемых предприятий.

В четвертой главе формализованы показатели оценки устойчивого развития и функционирования сетевой организационной структуры.

В результате исследований отдельного элемента (узла) сети и в целом сетевой организационной структуры предложены и рассмотрены основные параметры, влияющие на формирование сети, изменяя которые можно определить ее оценочные параметры, позволяющие организовать сеть для эффективного выполнения производственной программы.

Комплексный показатель интегральной оценки сети $K_{\text{сети}}$ включает в себя следующие коэффициенты: показатель оценки самого интегратора $K_{\text{инт}}$, показатель оценки элементов сети, взаимодействующих непосредственно с самим интегратором $K_{\text{э.и}}$, коэффициент геометрии сети $K_{\text{г.с}}$, коэффициент эластичности сети $K_{\text{э}}$:

$$K_{\text{сети}} = \sqrt{\frac{(K_{\text{инт}})^2 + (K_{\text{э.и}})^2 + (K_{\text{г.с}})^2 + (K_{\text{э}})^2}{4}}. \quad (18)$$

Алгоритм количественной оценки организационной сети предполагает переход от частного к общему: при оценке показателей работы каждого единичного элемента сети происходит переход к показателям работы самого интегратора и сети в целом.

Собственная оценка узла $K_{эл.с}(i, j)$:

$$K_{соб}(i, j) = k_{д1} \cdot \left(\min \left(\frac{Q_g^{произ}}{Q_g^{мощ}}; \frac{Q_g^{реал}}{Q_g^{мощ}}; \frac{Q_g^{реал}}{Q_g^{произ}} \right) \right) +$$

$$k_{д2} \cdot \left(\min \left(\frac{Q_g^{зак}}{Q_g^{мощ}}; \frac{Q_g^{зак}}{Q_g^{произ}}; \frac{Q_g^{зак}}{Q_g^{реал}} \right) \right) +$$

$$k_{д3} \cdot \left(K_{эл.с}^{пост}(i-1, j-1) \right)^{1+v_g(i-1)},$$
(19)

где $k_{д1}, k_{д2}, k_{д3}$ – директивные коэффициенты значимости параметров, $\sum k_{д1,2,3} = 1$;

$v_g(i-1) \dots v(i-n_{у.п})$ – весовые коэффициенты влияния поставщиков на i -й узел.

$n_{у.п}$ – последний узел на орбите j ;

Оценка узла $K_{эл.с}(i, j)$ с учетом его собственной оценки $K_{соб}(i)$ и оценки узлов, входящих в этот узел $K_{эл.с}(i-1) \dots K_{эл.с}(i-n_{у.п})$, соответственно формуле:

$$K_{эл.с}(i, j) = k_y \cdot K_{соб}(i, j) + k_y \cdot K_{эл.с}((i-1), j) \dots K_{эл.с}((i-n_{у.п}), j),$$
(20)

где k_y – показатель значимости слагаемых формулы (20) (узлов, входящих в расчеты):

$$\text{– для } K_{соб}(i, j) \quad k_y(i, j) = \frac{C_{д.с}(i, j)}{C_{в.п}(i, j)};$$
(21)

$$\text{– для остальных узлов} \quad k_y(i, j) = \frac{C_{п}(i-1, j)}{C_{в.п}(i-1, j)};$$
(22)

– $C_{д.с}(i, j)$, $C_{в.п}(i, j)$, $C_{п}(i-1, j)$ – соответственно объем добавленной стоимости узла (i, j) , стоимость выпускаемой продукции g узлом (i, j) , стоимость реализованной продукции g узлом $(i-1, j)$ узлу (i, j) .

Показатель оценки элементов сети $K_{э.и}$ (см. формулу (18)) является интегральным и определяется с учетом элементов сети, непосредственно связанных с интегратором:

$$K_{э.и} = \frac{\sum_{i=1}^{i_k} k_{п.п}(i, k_k) \cdot K_{эл.с}(i, k_k)}{i_k},$$
(23)

где $k_{п.п}(i, j_k)$ – влияние i -го узла последней (например, слева направо) орбиты j_k (ближайшей к интегратору) на перевозочный процесс. При этом $\sum k_{п.п}(i, j_k) = 1$. В настоящей работе этот параметр принят директивно;

i_k – номер конечного узла на орбите j_k (например, слева направо).

Показатель оценки интегратора $K_{инт}$ определяется как

$$K_{инт} = \frac{(1+r_{инт \rightarrow сеть})K_{соб.инт} + K_{э.и}}{2},$$
(24)

где $K_{соб.инт}$ должно быть организовано с учетом специфики функционирования исследуемого сектора:

$$K_{соб.инт} = \frac{K_{п.з} + K_{ок} + K_{а.ф}}{3},$$
(25)

где $K_{п.з}$ – отношение выполненных заданий к объему плановых заданий;

$K_{ок}$ – отношение фактического использования «окон» на графике движения поездов к нормативной величине;

$K_{а.ф}$ – показатель износа активной части производственных фондов, %.

Также учитывается уровень оперативного воздействия интегратора $r_{инт \rightarrow сеть}$:

$$r_{инт \rightarrow сеть}(i) = \frac{(Q_{доч}(i) + 0,7Q_{зав}(i) + 0,5Q_{дог}(i) + 0,1Q_{рын}(i))}{Q_{зак}(i)}. \quad (26)$$

Показатель эластичности организационной сети $K_{э}$ входит в интегральный показатель комплексной оценки сети:

$$K_{э} = k_{в}(i) \cdot K_{э.р}(i), \quad (27)$$

где $k_{в}(i)$ – весовой коэффициент, отражающий степень влияния i -го фактора на организационную сеть;

$K_{э.р}(i)$ – расчетный коэффициент эластичности фактора (поставок продукции или оказания услуг).

Под эластичностью в исследовании принята способность сети реагировать на изменяющиеся запросы. Чтобы обладать эластичностью, сеть должна обладать резервами производственных мощностей. Под резервами понимаем производственные мощности предприятий, отклоненных при формировании сети по директивным показателям, а также производственные мощности предприятий, включенных в сеть, которые не используются на 100 %.

Расчетный коэффициент эластичности организационной сети по i -му фактору (по поставкам продукции, $Q(i)$) и j -му типу предприятия-поставщика:

$$K_{э.р}(j) = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{Q_{зак}^{(j)}(i)}{Q_{зак}^{(j)}(i) + \Delta Q_{зак}^{(j)}(i)}, \quad (28)$$

где $Q_{зак}^{(j)}(i)$ – объемы продукции (услуг), запрашиваемые у дочерних, зависимых предприятий и предприятий на договорном праве, т.е. по всем j , руб.;

$\Delta Q_{иск}^{(j)}(i)$ – объемы продукции (услуг) дочерних, зависимых предприятий и предприятий на договорном праве, исключенных директивно, руб.

Интегральный показатель эластичности организационной сети для i -го вида продукции при $j = 1, 2, 3$:

$$K_{э.р}(i) = \sqrt{\frac{(a_1 K_{дир1} K_{э.р}(k=1))^2 + (a_2 K_{дир2} K_{э.р}(k=2))^2 + (a_3 K_{дир3} K_{э.р}(k=3))^2}{3}}, \quad (29)$$

где $a_{1,2,3}$ – коэффициенты, учитывающие доли объемов поставок от трех групп предприятий (элементов сети), $\sum a_{1,2,3} = 1$;

$K_{дир1}$, $K_{дир2}$, $K_{дир3}$ – директивные показатели, соответствующие видам предприятий: дочерним, зависимым и предприятиям на договорном праве. Принято $K_{дир1} = 1$, $K_{дир2} = 0,7$, $K_{дир3} = 0,5$.

Показатель геометрии сети $K_{г.с}$ входит в интегральный показатель комплексной оценки сети $K_{сети}$ и строится на трех показателях.

1. Коэффициент наполнения орбит $\eta^{(k)}$, характеризующий работу производственных фондов элементов сети:

$$\eta^{(k)} = \frac{\sum_1^i C_{опф}(i) \cdot C_{фо}(i)}{\sum_1^i \sum_1^i C_{опф}(i) \cdot C_{фо}(i)}, \quad (30)$$

где $C_{опф}$ – стоимость основных производственных фондов, руб.;

$C_{фо}$ – фондоотдача, руб.

2. Коэффициент связности s :

$$s = \frac{N_{ц.ф}}{N_{ц.в}}, \quad (31)$$

где $N_{ц.ф}$ – фактическое количество циклов в структуре организационной сети;

$N_{ц.в}$ – максимально возможное количество циклов в структуре организационной сети.

3. Коэффициент критичности связей, определяющий критичные узлы в организационной сети, отсечение которых может повлечь за собой потерю всех поставщиков этого узла для интегратора:

$$m = 1 - \frac{\sum I(v)}{\sum R(e)}, \quad (32)$$

где $\sum I(v)$ – суммарное количество вхождений точек в маршруты до интегратора, не являющихся окончными;

$\sum R(e)$ – общее число маршрутов.

Коэффициент геометрии организационной сети с учетом показателей коэффициента наполнения орбит, коэффициента связности и коэффициента критичности связей:

$$K_{г.с} = \sqrt{\frac{(\eta^{(k)})^2 + s^2 + m^2}{3}}. \quad (33)$$

В пятой главе представлена математическая модель формирования организационной сети, созданная в пакете прикладных программ MatLAB на основании разработанных выше алгоритмов.

Исследовано влияние основных показателей работы элементов организационной сети на комплексный показатель её оценки $K_{сети}$. Установлено, что с увеличением объемов реализованной продукции и основных производственных фондов (ОПФ) комплексный показатель оценки сети увеличивается (рисунок 5).

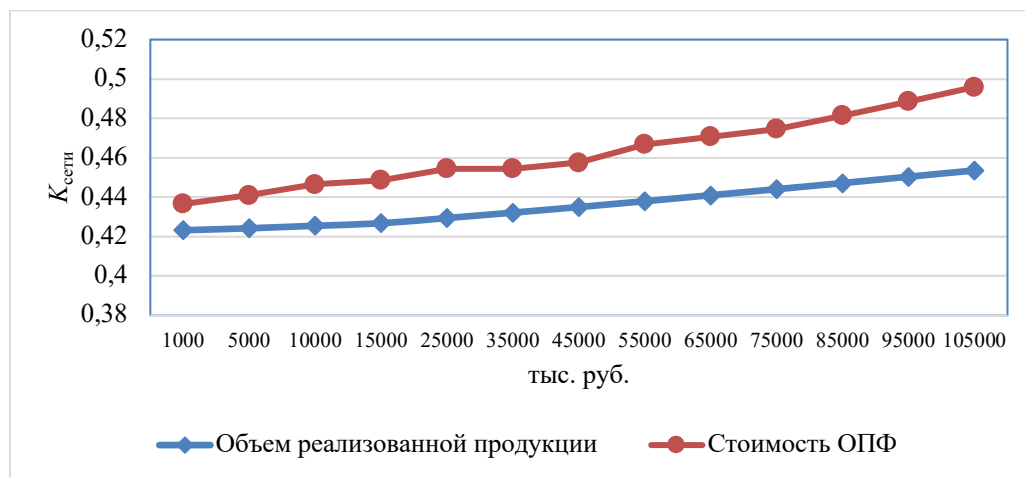


Рисунок 5 – Влияние стоимости основных производственных фондов и объема реализованной продукции элементов организационной сети на комплексный показатель оценки организационной сети $K_{сети}$

Чем выше разница между объемами реализованной продукции и производственными мощностями элементов, тем ниже интегральный показатель оценки сети (рисунок 6).

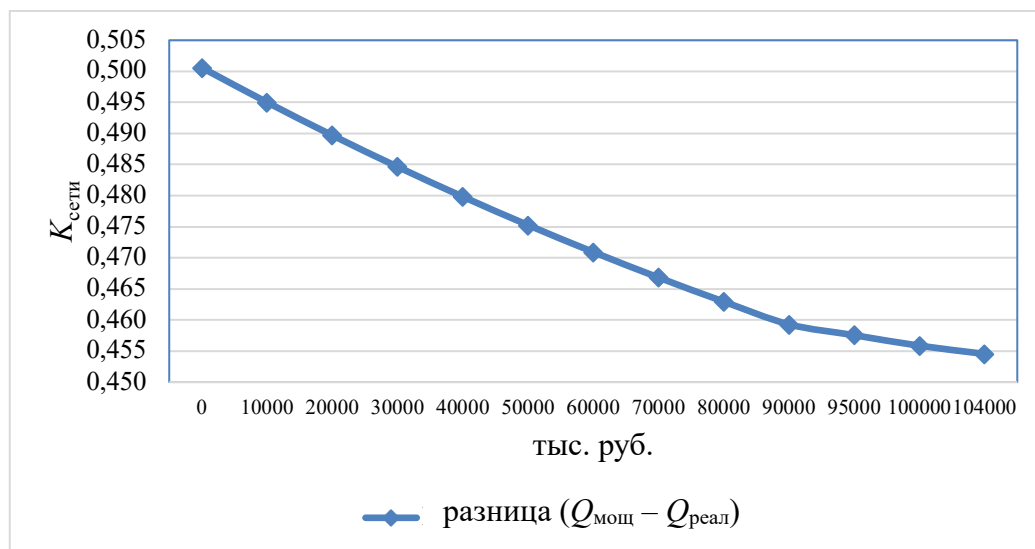


Рисунок 6 – Влияние использования основных производственных фондов элементами сети на комплексный показатель оценки сети $K_{сети}$

Установлено, что на увеличение количества элементов активнее всего реагируют показатели работы интегратора $K_{инт}$ и элементов, непосредственно связанных с ним $K_{э.и}$; $K_{инт}$ возрастает в 3,25 раза, а $K_{э.и}$ увеличивает свои значения в 35 раз. Сам показатель оценки сети $K_{сети}$ увеличился в четыре раза (рисунок 7).

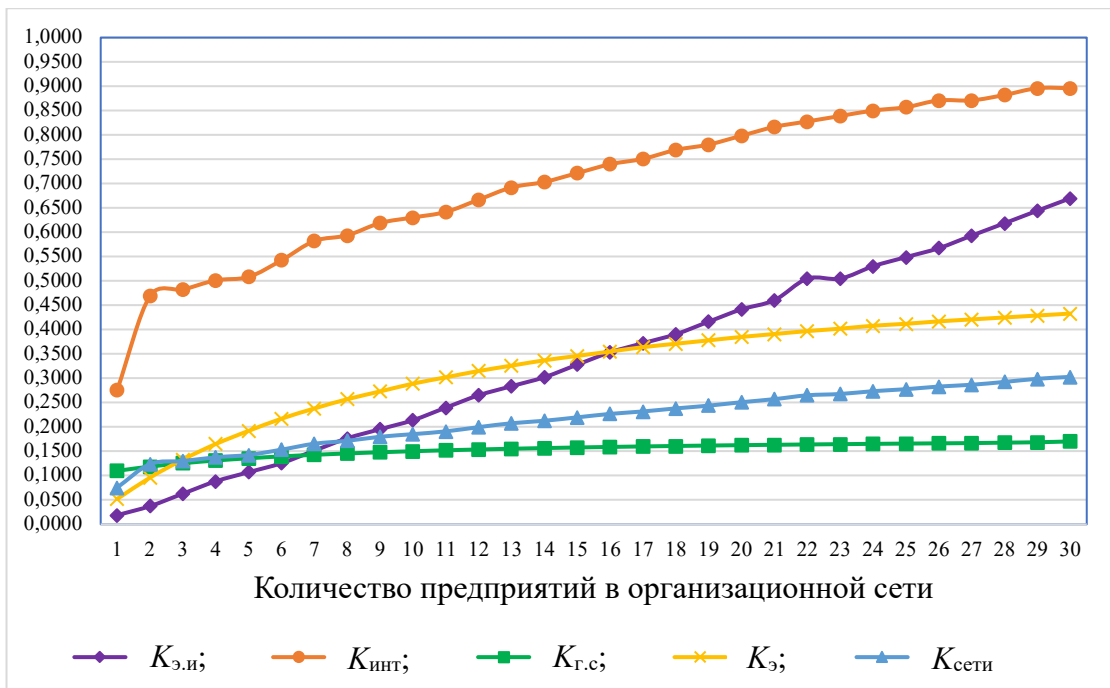


Рисунок 7 – Влияние количества предприятий, взаимодействующих с интегратором, на интегральный показатель комплексной оценки сети $K_{сети}$ и входящие в него показатели

При сравнении динамики интегрального показателя комплексной оценки сети при одном, двух и трех поставщиках в узлах определено, что с их увеличением показатель оценки сети $K_{сети}$ увеличивается (рисунок 8).

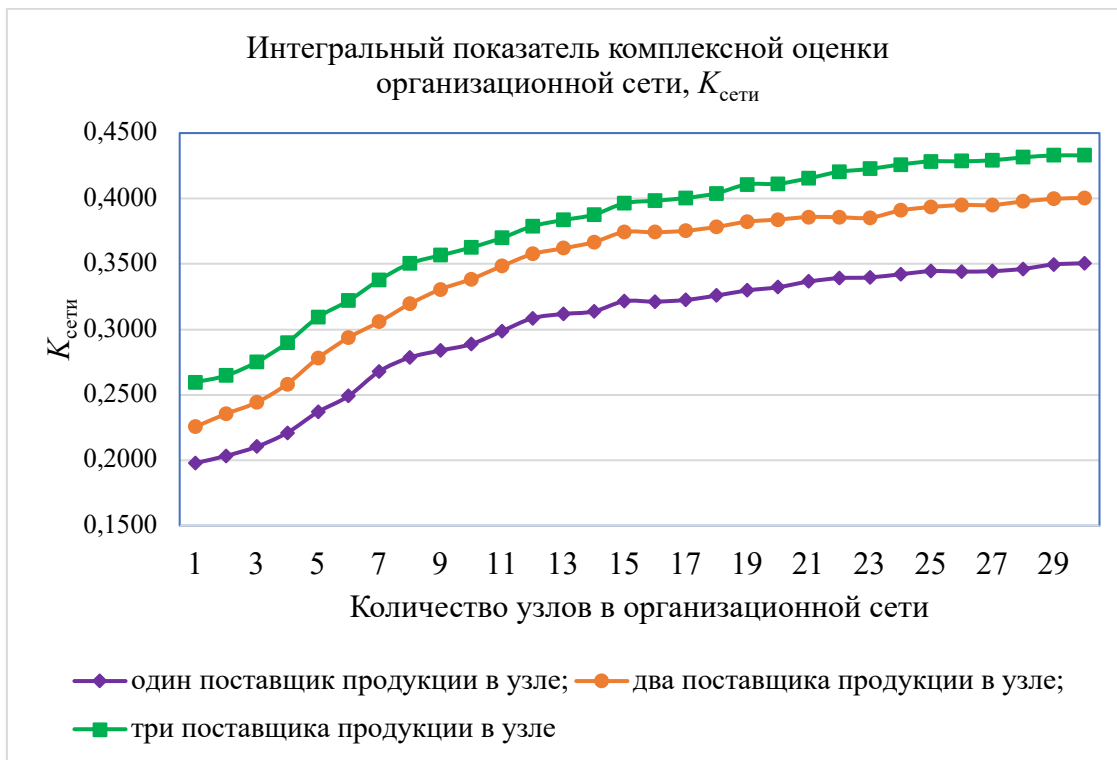


Рисунок 8 – Динамика интегрального показателя комплексной оценки сети $K_{сети}$ при одном, двух и трех поставщиках в узле

По результатам исследования зависимости интегрального показателя оценки организационной сети от размещения объемов поставок продукции между элементами организационной сети наиболее эффективной организацией определено распределение заказов в равных пропорциях (рисунок 9).

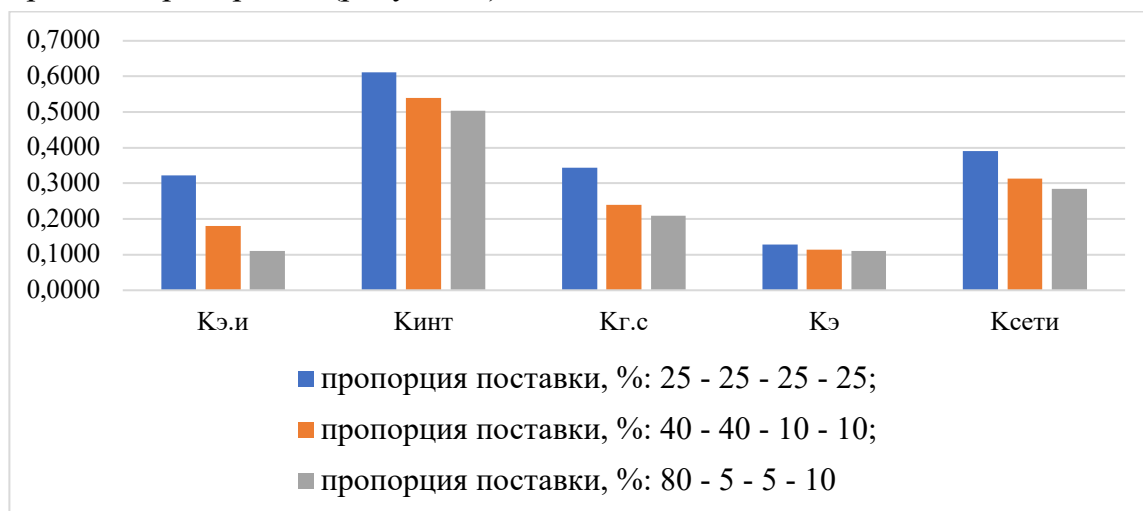


Рисунок 9 – Влияние оперативного воздействия интегратора на комплексный показатель оценки организационной сети

При увеличении пропорций поставки в сторону дочерних и зависимых предприятий комплексный показатель оценки сети повышается (рисунок 10).

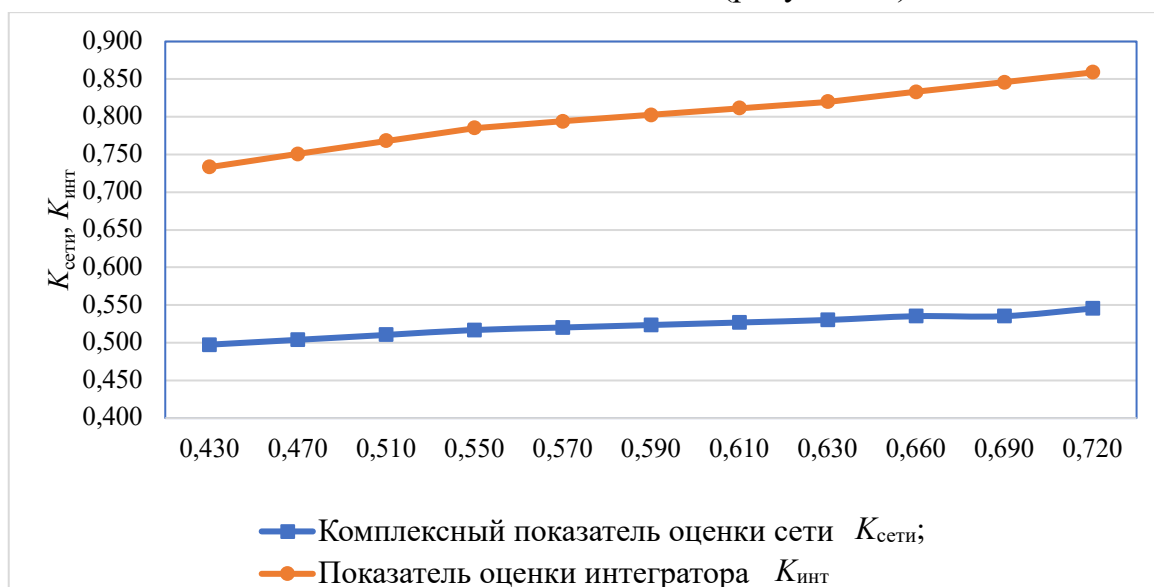


Рисунок 10 – Влияние оперативного воздействия интегратора на комплексный показатель оценки организационной сети

При увеличении резервной продукции с 10 до 60 % эластичность сети возрастает в три раза, а показатель интегральной оценки сети $K_{сети}$ увеличивается на 5 %. Таким образом, для повышения работы сети интегратору выгодней иметь резервы продукции, чем увеличивать количество элементов в сетевой структуре (рисунок 11).

При исключении дочерних предприятий из состава резерва интегральный показатель комплексной оценки сети $K_{сети}$ изменяется незначительно при существенном изменении показателя эластичности сети $K_э$ (рисунок 12).

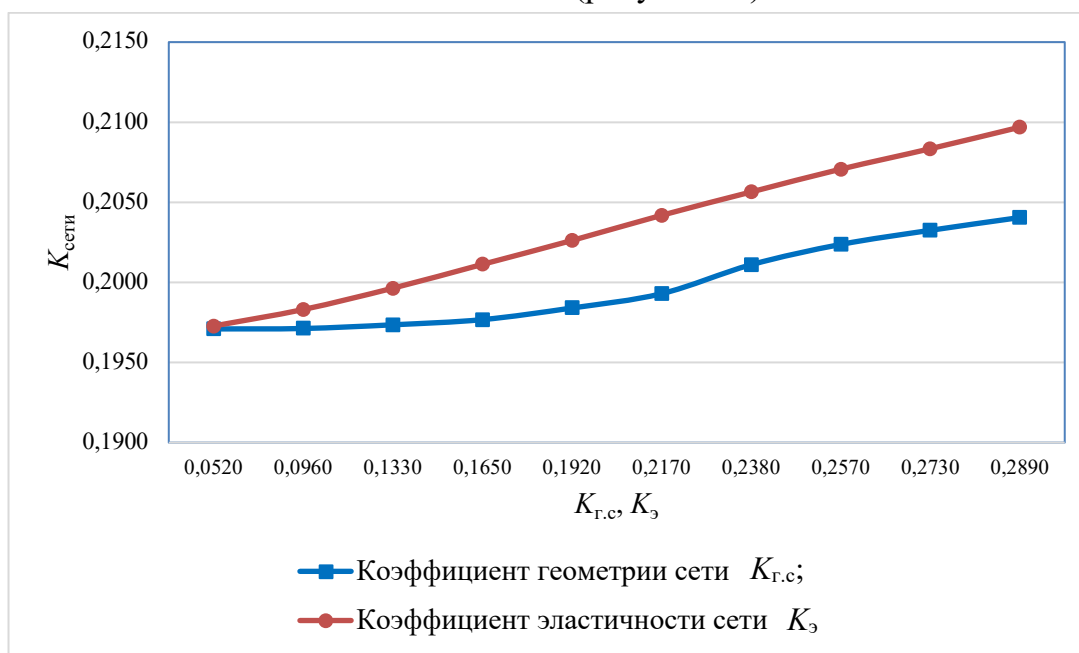


Рисунок 11 – Влияние коэффициентов геометрии и эластичности на интегральный показатель комплексной оценки сети

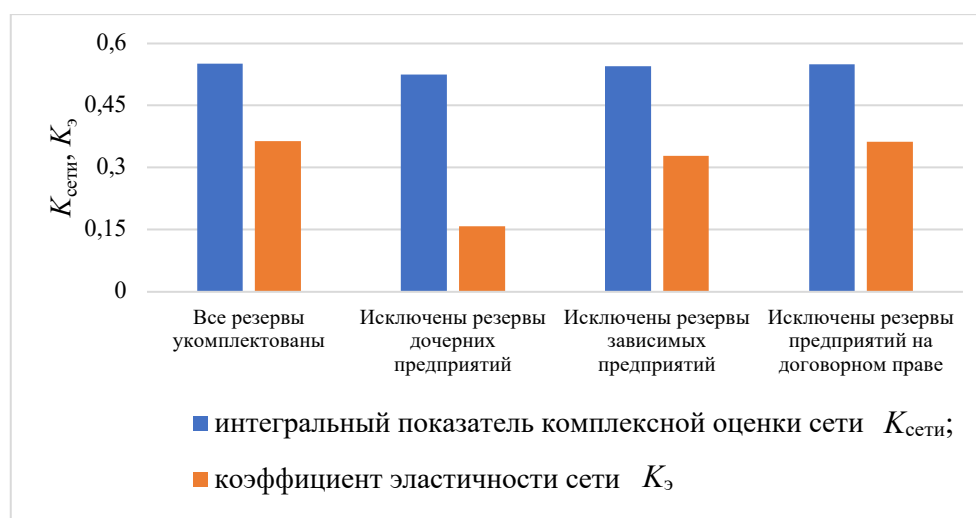


Рисунок 12 – Влияние исключенных резервов дочерних, зависимых и предприятий на договорном праве на коэффициент эластичности и интегральный показатель комплексной оценки сети

На основе полученных реальных данных по трем видам продукции (щебень, шпалы деревянные и прокладки рельсового скрепления), проведены исследование и настройка реального сектора холдинга «РЖД», где в качестве интегратора выступает Центральная дирекция по закупкам и снабжению (ЦДЗС).

Рассмотренная организационная сеть не обладает резервом производственных мощностей по каждому виду продукции, поэтому показатель эластичности равен нулю, $K_э = 0$ (рисунок 13).

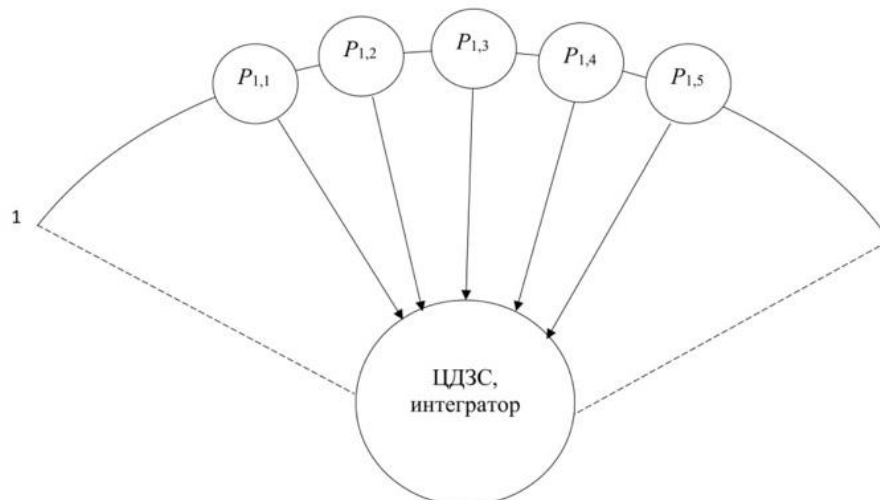


Рисунок 13 – Структура реальной организационной сети, интегратором которой является ЦДЗС по продукции: щебень, шпалы деревянные, прокладки рельсового скрепления

На основании выполненных исследований можно утверждать, что для повышения показателя $K_{сети}$ целесообразно увеличить в сложившейся структуре сети резервных предприятий на каждый вид продукции. Кроме того, при расчете комплексной оценки сети необходимо учитывать элементы сети на уровне $i + 1$ и взаимодействующие с элементами сети i -го уровня (рисунок 14).

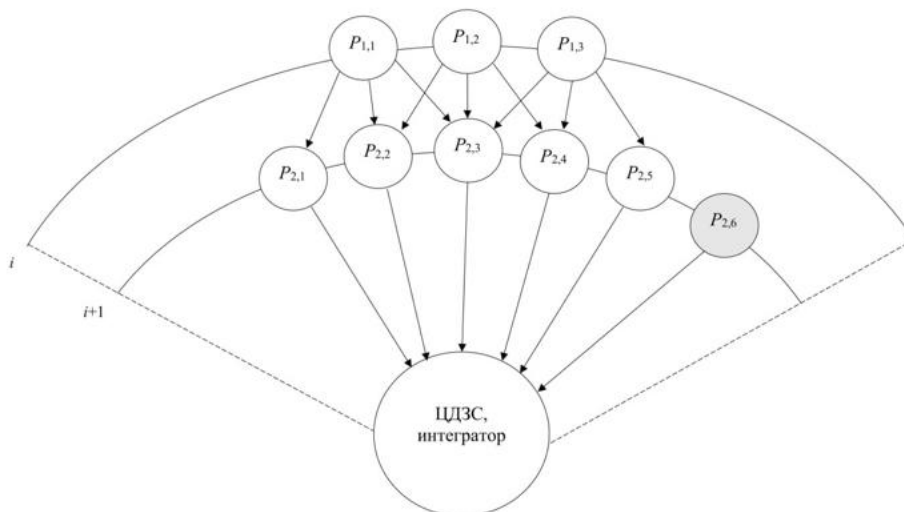


Рисунок 14 – Структура улучшенной организационной сети, интегратором которой является ЦДЗС по продукции: щебень, шпалы деревянные, прокладки рельсового скрепления

В результате предложенных усовершенствований приведены сравнения начальных и улучшенных показателей, характеризующих организационную сеть (таблица).

Сравнение интегрального показателя комплексной оценки сети для начальной и улучшенной сетей по трем видам продукции

Организационная сеть	$K_{э.и}$	$K_{инт}$	$K_{г.с}$	$K_{э}$	$K_{сети}$
Щебень					
Начальная	0,053	0,307	0,818	0,0	0,438
Улучшенная	0,671	0,569	0,914	0,496	0,712
Шпалы деревянные					
Начальная	0,075	0,313	0,822	0,0	0,441
Улучшенная	0,740	0,597	0,949	0,482	0,744
Прокладки рельсового скрепления					
Начальная	0,038	0,306	0,834	0,0	0,445
Улучшенная	0,633	0,553	0,893	0,463	0,686

В настоящем примере увеличение орбит и дополнительных элементов (поставщиков) в организационной сети способствовало увеличению интегрального показателя сети $K_{сети}$ в среднем на 62 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получена следующая генеральная совокупность результатов, подтверждающих достигнутые цели и задачи исследования.

1. Проведен анализ существующих графоаналитических моделей сетевых организационных структур. Разработана авторская архитектура взаимодействия интегратора и элементов сети, основанная на сэндвич-модели сетевой организационной структуры, которая позволяет представить трехмерное пространственное ранжирование элементов сети.

2. Разработана математическая модель обоснования количества предприятий, входящих в организационную сеть, учитывающая организационно-правовые формы. Разработана методика анализа показателей хозяйствующих субъектов для решения задач их обоснования в сетевой организационной структуре. С применением корреляционно-регрессионного анализа сформирован подход определения элементов сети на основе объемов поставок продукции.

3. Разработана методика обоснования элементов организационной сети с учетом их организационно-правовых форм. Разработана математическая модель оценки поставки продукции дочерними предприятиями интегратору, базирующаяся на показателях состояния и обновления активной части производственных фондов. Практическая

значимость показателя состоит в способности количественного обоснования вероятности выполнения контракта этими элементами сети.

4. Обоснованы и математически формализованы показатели оценки элементов организационной сети, а показатели количественной оценки организационной сети представлены в виде оценочных коэффициентов, основанных на технико-экономических и геометрических параметрах. Разработанная математическая модель дает возможность многократного проигрывания производственных сценариев формирования организационной сети, что позволяет оценить сеть в целом.

5. На основе математической модели предложена методика формирования сетевой организационной структуры, подразумевающая последовательный отбор предприятий-элементов сети исходя из их организационно-правовых форм: дочернее, зависимое, предприятие на договорном праве и рыночное.

Предложен интегральный показатель комплексной оценки организационной сети, представляющий собой обобщенную оценку эффективности взаимодействия интегратора и элементов сети с учетом их производственно-хозяйственной деятельности.

6. В концепцию устойчивой работы сети положено резервирование производственных мощностей ее элементов. В результате расчетов установлено, что резервирование мощностей элементов сети на 10–20 % приводит к увеличению интегральной оценки сети на 4–6 %. При этом наложено ограничение, что элементы сети полностью реализуют свои производственные мощности, а неиспользуемую продукцию интегратором реализуют на рынке.

В результате расчетов установлено, что неиспользование производственных мощностей элементами сети на 15–20 % понижает интегральный показатель оценки сети на 6–8 %.

7. Для формирования структуры организационной сети предложены показатели сетевой административной оценки, корректирующие объемы запрашиваемой продукции у элементов сети: дочерних, зависимых и предприятий на договорном праве. Эти показатели основаны на надежности поставок и состоянии активной части производственных фондов.

8. В результате расчетов установлено, что дочерние предприятия сети должны обладать приоритетом при формировании структуры сети. При формировании организационной сети необходимо стремиться к следующему сценарию: объем заказа у дочерних предприятий, % – 40, зависимых – 30, договорных – 20, на рынке – 10. При отсутствии одного из типов элементов заказы для остальных распределяются пропорционально. Выявлено, что такая загрузка элементов сети позволяет увеличить интегральный показатель комплексной оценки сети до 40 %.

9. На основании разработанных математической модели и методики выполнена оценка реального сектора организационной сети «РЖД». Предложены рекомендации по увеличению интегральной оценки деятельности рассмотренного сектора. Предло-

жено создать резервные предприятия и контролировать субпоставщиков элементов этой сети, что позволит повысить показатель оценки сектора сети до 60 %.

Оценка работы сети – задача долгосрочного планирования. Поэтому рекомендуется при определении оценки сети учитывать не только элементы сети, непосредственно взаимодействующие с интегратором, но и субпоставщиков этих элементов. Это позволит не только предвидеть снижение устойчивой работы элементов сети, но и повысить интегральный показатель комплексной оценки сети.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в расширении перечня моделируемых параметров цифровизации сетевых организационных структур. Также предполагается апробация разработанной методики формирования и оценки функционирования сетевых организационных структур на примере других секторов холдинга «РЖД».

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

В изданиях, входящих в международные базы данных Scopus:

1. Gorelova, D. Yu. Economic and Mathematical Model of Substantiation of Organizational Network Elements / V. M. Say, D. Yu. Gorelova, M. R. Yakimov // Transportation Research Procedia ; Vol. 61. – 2022. – Pp. 36–45.

2. Gorelova, D. Yu. Methodology for substantiating the indicators of economic entities to solve the problems of determining their reliability and stability in the organizational network / V. M. Say, M. R. Yakimov, D. Yu. Gorelova // AIP conference proceedings. Scientific conference on railway transport and engineering. Vol. 2389. – 2021. – P. 100030.

В изданиях, включенных в перечень ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации:

3. Горелова, Д. Ю. Архитектоника взаимодействия интегратора и элементов сети с учетом рисков / Д. Ю. Горелова // Вестник УрГУПС. 2019. № 4 (44). С. 124–133.

4. Горелова, Д. Ю. Методологические подходы определения коэффициента устойчивости в сетевых организационных структурах / Д. Ю. Горелова // Вестник УрГУПС. 2020. № 2 (46). С. 110–119.

5. Горелова, Д. Ю. Математическая формализация показателей оценки организационной сети / Д. Ю. Горелова // Транспорт Урала. – 2020. – № 3. – С. 94–99.

6. Горелова, Д. Ю. Методика обоснования показателей хозяйствующих субъектов для определения устойчивости организационной сети с использованием многофакторного анализа / В. М. Сай, Д. Ю. Горелова // Вестник РГУПС. 2020. № 4. С. 102–112.

7. Горелова, Д. Ю. Прогнозная модель определения коэффициента надежности поставки продукции (оказания услуг) в организационной сети / Д. Ю. Горелова // Вестник СамГУПС. 2021. № 2. С. 9–16.

8. Горелова, Д. Ю. Методика определения коэффициента эластичности организационной сети / Д. Ю. Горелова // Вестник УрГУПС. 2021. № 3 (51). С. 116–126.

В журналах, научных сборниках и других изданиях:

9. Горелова, Д.Ю. Методика обоснования показателей хозяйствующих субъектов для решения задач их надежности и устойчивости в организационной сети / В. М. Сай, Д. Ю. Горелова // Инновационный транспорт. 2021. № 2 (40). С. 14–20.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА

Основные положения и результаты исследований получены автором самостоятельно. Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве, заключается в следующем: [1, 2, 9] – разработка методики анализа показателей элементов сети для решения задач их обоснования в сетевых организационных структурах; формализация показателей оценки функционирования элементов сетевых структур; разработка алгоритма формирования и оценки функционирования организационных сетей.

Подписано в печать 16.03.2022. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 1,39. Заказ 93 Тираж 100 экз.

УрГУПС, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66