

На правах рукописи

Сизый Сергей Викторович

**ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
СЕТЕВОГО ОРГАНИЗАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

05.02.22 – Организация производства (транспорт)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Екатеринбург – 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГОУ ВПО УрГУПС)

Научный консультант

доктор технических наук, профессор
Сай Василий Михайлович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

Красковский Александр Евгеньевич

доктор технических наук

Петров Михаил Борисович

доктор технических наук

Числов Олег Николаевич

Ведущая организация – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» (МГУПС–МИИТ)

Защита состоится 16 декабря 2011 года в 14 часов в ауд. 283 на заседании диссертационного совета Д 218.013.02 при Уральском государственном университете путей сообщения (УрГУПС) по адресу: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и в сети Интернет на сайте www.usurt.ru.

Автореферат разослан ____ 2011 года.

Отзывы на автореферат, в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направлять в адрес диссертационного совета по почте.

Факс (343) 245-31-88; e-mail GVasilyeva@tm.usurt.ru

Ученый секретарь

диссертационного совета

А.Э. Александров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Объективная картина развития мировой экономики и динамично расширяющиеся практические потребности рынка, глобализация экономики, высокие технологии, возникновение новых стратегических ресурсов – всё это явились толчком к активному синтезу новых нетрадиционных структур управления. Насущной практической проблемой стало создание систем, обладающих способностью к быстрым организационным изменениям в стратегии и способах управления, обладающих качествами, которые крайне проблематично реализуются в рамках традиционных иерархий. Построение интегрированных корпоративных организационных структур, способных к порождению синергического эффекта является сложным и многоплановым процессом, зачастую объединяющим в себе группы противонаправленных тенденций – усиление и ослабление централизации, диверсификация и концентрация производства, ослабление и усиление преобладания общих интересов над личными целями. Изучение указанных процессов является, безусловно, актуальной исследовательской задачей.

Актуальность рассматриваемых проблем усиливается тем обстоятельством, что в связи с бурным развитием интегрированных корпоративных структур, вызванным указанными объективными причинами, практика их применения опережала соответствующие теоретические разработки. Лишь осознание управленческих организационных систем как сетевых структур и последовательное применение сетевого подхода явилось решающим прорывом в становлении научного подхода к анализу и синтезу систем организации и управления. Сетевые структуры, как модельное представление организационных структур, являются множеством свободно связанных субъектов взаимодействия в единое образование независимых партнеров.

Развитие теории управления и сетевых организационных структур применительно к экономике России особенно актуально, поскольку прямолинейное перенесение зарубежного опыта не всегда применимо в связи с особенностями российской корпоративной культуры. При образовании интегрированных корпоративных структур наблюдаются центробежные начала, обусловленные боязнью потери самостоятельности. Вместе с тем, как показали события 2008-09 гг., именно крупные интегрированные корпоративные структуры в меньшей мере подвержены кризисному влиянию.

В представленной диссертации рассматривается широкий класс задач, связанных с проблематикой сетевых организационных структур, ориентированных на российскую действительность и применительно к железнодорожному транспорту. Результаты диссертации в точности укладываются в рамки общей современной концепции организационных структур, дополняют и развивают ее содержание и являются, безусловно, актуальными.

Целью диссертационной работы является разработка общей теории процессов формирования и методологии функционирования организационных сетей; разработка методик формирования оценок процессов взаимодействия элементов организационных сетей

на железнодорожном транспорте; разработка общей методики расчета организационной сети компании ОАО «РЖД».

Для достижения поставленной цели потребовалось решить **следующие задачи:**

1. Разработать концепцию моделирования сетевого взаимодействия, позволяющую исследовать, систематизировать и выстроить в единую линию развития разные типы сетевых моделей, применявшихся ранее в различных производственных ситуациях. Сформировать общее понятие модели организационной сети и классифицировать задачи прочности и устойчивости сетей.

2. Разработать основы геометрической теории организационных сетей и их представления. Формализовать и исследовать понятие конструктивной прочности сети.

3. Разработать динамическую теорию формирования и функционирования организационных сетей. Сформулировать основной вариационный принцип динамики организационных сетей. Исследовать динамически стабильные состояния сетей.

4. Разработать общие методики оценок элементов организационных сетей, процессов сетевого взаимодействия и сетевой поддержки, исследовать зависимости функционалов оценок от выделенных групп оценочных факторов.

5. Разработать адаптации общих оценочных методик для конкретных производственных ситуаций (оценки предприятий и хозяйствующих комплексов железнодорожного транспорта) с учетом практически значимых групп оценочных факторов.

6. Разработать расчетную схему и методику построения организационной сети компании ОАО «РЖД».

Объектом исследования в настоящей работе являются сетевые организационные структуры, сетевое взаимодействие и практический опыт их реализации на железнодорожном транспорте.

Предметом исследования являются процессы образования, функционирования и распада организационных сетей, характеристики качества и эффективности процессов взаимодействия элементов сетевых структур на железнодорожном транспорте.

Научная проблема исследований формулируется следующим образом: разработать основные принципы общей теории процессов формирования и функционирования организационных сетей и на их основе выработать методики построения организационных сетей на железнодорожном транспорте, анализа и оценки качества организационных структур и сетевых процессов взаимодействия.

Методы исследования. В ходе исследования применялись методы дискретной математики, теории графов и сетей, теории вероятностей и математической статистики, аналитической механики, организации компьютерных вычислений. Методологической основой исследования является современное представление об экономическом и организационном взаимодействии, управленческих и организационных системах как о сетевых структурах.

В своей работе автор опирался на труды представителей классической школы теории управления: Ф. Тейлора, М. Вебера, А. Файоля, Г. Гантта, Л. Урвика, а также на

труды отечественных ученых: В.С. Алиева, Л.А. Базилевича, В.Н. Буркова, Ю.Б. Винс- лава, Л.И. Евенко, А.Р. Лейбкинда, Б.З. Мильнера, Д.А. Новикова, А.В. Цветкова, А.Д. Цвиркуна, Я.Я. Ясингера, и труды иностранных ученых – известных теоретиков и прак- тиков управления –Х. Виссема, П.Друкера, В. Леонтьева, Т. Ашбот, П. Зибера, Ф. Кот- лера, Р. Патюреля, Т.Питерса, С. Янга.

Автор учитывал результаты исследований ученых в области организации и управ- ления железнодорожным транспортом: В.Г. Галабурды, Н.Н. Громова, П.А. Козлова, Б. М. Лapidуса, Б. А. Лёвина, Р.Г. Леонтьева, Л.А. Мазо, Д. А. Мечерета, Л.Б. Миротина, В.А. Персианова, А.М. Пешкова, С.М. Резера, В.М. Сай.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Сформулирована универсальная концепция моделирования сетевого взаимо- действия и выстроена в единую линию развития серия сетевых модельных представле- ний, разработанных ранее для различных производственных ситуаций. Впервые сфор- мировано общее понятие организационной сети как мультиоператорной сети, в проек- ции на железнодорожный транспорт выделены и формализованы широкие классы задач прочности и устойчивости для мультиоператорных сетей.

2. Разработаны основы геометрической теории организационных сетей. Предло- жен новый алгоритмический метод представления градуированных организационных сетей – метод кортежей, и доказана теорема о полноте этого метода. Впервые формали- зованы задачи геометрической прочности сетей произвольного типа, выявлены призна- ки конструктивной прочности сетей.

3. Введено понятие экономико-правового пространства и сил экономического взаимодействия, даны критерии формирования-развития-распада организационных се- тей. Введено понятие траектории развития организационной сети и определен функцио- нал действия для возможных траекторий. Сформулирован принцип наименьшего дейст- вия, как основополагающий принцип динамики организационных сетей, определяющий их развитие. На основании анализа принципа наименьшего действия для сетей предпри- ятий железнодорожного транспорта вскрыты причины многообразия типов организаци- онных сетей, получены критерии целесообразности их построения и реорганизации. Впервые получен критерий стабилизации взаимодействия произвольного количества хо- зяйствующих субъектов в структуре организационной сети железнодорожного транс- порта.

4. Предложены две универсальные методики формирования оценок сил взаимо- действия между элементами организационных сетей. Методика цветовых оценок позво- ляет для ОАО «РЖД» сводить в единый коэффициент произвольное количество разно- родных показателей и оценочных факторов и визуализировать полученные оценки. Ме- тодика линейных оценочных форм позволяет формировать сравнительные и абсолют- ные оценки привлекательности элементов организационных сетей. В общем виде реше- на проблема определения нормировочных коэффициентов линейных оценочных форм.

5. Впервые введено и изучено понятие сетевой поддержки предприятий. На примере железнодорожного транспорта проведен анализ процессов перераспределения ресурсов в организационных сетях и дан критерий целесообразности вхождения предприятия в организационную сеть. Для ОАО «РЖД» разработана схема формирования оценок эффективности взаимодействия и предложены практические адаптации методик оценки экономической привлекательности и устойчивости предприятий. Впервые предложены методы оценок предприятий по непроизводственным факторам. С использованием компьютерных экспериментов проведена верификация предложенных методик оценки как отдельных предприятий и для крупных хозяйствующих комплексов железнодорожного транспорта.

6. Впервые предложена и обоснована универсальная расчетная схема для построения организационной сети компании ОАО «РЖД» позволяющая находить наиболее рациональные сетевые конфигурации и распределения ресурсов, оценивать устойчивость и экономическую эффективность выстраиваемой сети.

Практическая значимость исследования. Результаты диссертационной работы направлены на практическое решение проблем построения организационных сетей на транспорте, оптимизацию и повышение эффективности взаимодействия компании ОАО «РЖД» как внутри собственной структуры, так и с экономическим окружением, муниципальными органами власти, субъектами РФ. Это ведет к решению основной практической задачи, стоящей перед ОАО «РЖД» – повышению качества предоставляемых услуг, эффективности и доходности компании.

Практическая важность результатов исследований состоит в следующем:

- сформирован аппарат научного анализа и прогнозирования развития организационных сетей на транспорте, применимый на практике для их создания и настройки;
- разработаны (вплоть до компьютерной реализации) научно обоснованные методики: оценки надежности организационных сетей; устойчивости и экономической привлекательности предприятий; оценок предприятий по непроизводственным факторам; оценки и ранжирования хозяйствующих комплексов с точки зрения интересов железнодорожного транспорта.
- разработаны теоретические основы методики генерации и поддержки управленческих решений по взаимодействию железной дороги с экономическим окружением на базе критериев эффективности и безопасности движения.
- разработана (вплоть до компьютерной реализации) методика расчета и построения организационных сетей на железнодорожном транспорте на основе критериев устойчивости и экономической эффективности.

На основе разработанного аналитического аппарата и предложенных методик, становится возможным решение широкого спектра производственных задач компании ОАО «РЖД»: разработка общих концепций взаимодействия; реформирования внутренней структуры; оценки эффективности и оптимизации взаимоотношений с партнерами;

выработки оптимальных управленческих решений по взаимодействию с партнерами; расчета и построения наиболее устойчивых и эффективных организационных сетей.

На защиту выносятся:

1. Общее понятие модели организационной сети как многоосновной алгебраической системы – мультиоператорной сети, и формализация классов задач прочности и устойчивости для мультиоператорных сетей.

2. Основы геометрической теории организационных сетей, метод кортежей для представления градуированных организационных сетей и теорема о полноте этого метода. Формализация задачи геометрической прочности сетей и признаки прочности.

3. Понятие экономико-правового пространства и сил взаимодействия. Критерий формирования-развития-распада организационных сетей. Понятия траектории развития организационной сети, лагранжиана и функционала действия. Принцип наименьшего действия. Критерии целесообразности построения и реорганизации сетей, стабилизации взаимодействия предприятий в структуре сети.

4. Методика цветовых оценок сил взаимодействия элементов организационных сетей и методика линейных форм для оценок привлекательности элементов организационных сетей. Решение проблемы определения нормировочных коэффициентов линейных оценочных форм. Методика определения сетевой поддержки предприятий в организационных сетях на железнодорожном транспорте. Анализ процессов перераспределения ресурсов и критерий целесообразности вхождения предприятия в организационную сеть.

5. Адаптации для железнодорожного транспорта методик оценки экономической привлекательности и устойчивости предприятий. Методики формирования оценок предприятий по непроизводственным факторам. Методика получения интегральных оценок предприятий с точки зрения интересов железнодорожного транспорта.

6. Общая расчетная схема построения организационных сетей холдингового типа на железнодорожном транспорте на основе критериев устойчивости, экономической эффективности и безопасности. Результаты расчета фрагмента холдинговой сети для Свердловской железной дороги.

Реализация результатов работы. Разработанные в результате исследований теоретические и практические рекомендации были реализованы при построении взаимоотношений компании ОАО «РЖД» и её филиала – Свердловской железной дороги с экономическим окружением. В частности:

1. Разработана и внедрена компьютерная система комплексной оценки предприятий, взаимодействующих со Свердловской железной дорогой.

2. Разработана и внедрена методика выработки и поддержки управленческих решений по взаимодействию Свердловской железной дороги с поставщиками продукции для организации перевозочного процесса.

3. Для департамента по взаимодействию с регионами и органами власти ОАО «РЖД» разработана методика ранжирования регионов России с точки зрения интересов компании.

4. Произведен расчет наиболее устойчивых и экономически эффективных организационных сетей для поставки некоторых типов продукции на Свердловскую железную дорогу – филиал ОАО «РЖД».

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на конференциях, совещаниях, семинарах:

- Всероссийская научн.-техн. конференция «Фундаментальные и прикладные исследования – транспорту», УрГУПС, 2007;

- научн.-практ. конференция «Молодые ученые транспорту», УрГУПС, 2008 г.

- итоговая научно-практическая конференция «Взаимодействие с регионами и органами власти», ОАО «РЖД», Екатеринбург, 2008 г.;

- научн.-техн. конференция, посвящ. 130-летию Свердловской ж.д. «Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегия развития», Екатеринбург, 2008;

- научн.-практ. конференция «Молодые ученые транспорту», УрГУПС, 2009 г.

- Всероссийская X научн.-практ. конф. «Безопасность движения поездов», Москва, МИИТ, 2010;

- III Всероссийская научн.-практ. конф. «Наука и образование транспорту», Самара, СамГУПС, 2010;

- Международная научно-техническая конференция «Инновации для транспорта», Омск, ОмГУПС, 2010.

- Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Модернизация процессов перевозок, систем автоматизации и телекоммуникаций на транспорте», Хабаровск, ДвГУПС, 2010.

- Всероссийская научно-практическая конф. «Транспорт-2011», Ростов-на-Дону, РГУПС, 2011.

- Международная научно-практическая конференция «Экономика и управление: проблемы и перспективы развития», Волгоград, 2010.

- IX Международная конференция «Инновационные процессы в управлении предприятиями и организациями», Пенза, 2010.

Результаты диссертационных исследований были доложены на совместном научном семинаре кафедр «Путь и железнодорожное строительство», «Станции, узлы и грузовая работа», «Управление в социальных и экономических системах», «Экономика транспорта», «Менеджмент и коммерция» Уральского государственного университета путей сообщения.

Публикации. Основные положения диссертационной работы и научные результаты опубликованы в 36 печатных работах (в том числе 1 монография и 27 статей; в изданиях, рекомендованных ВАК – 15 статей) общим объемом 55 п.л., из которых автору принадлежит 43 п.л. Статьи опубликованы в журналах «Мир транспорта», «Транспорт;

наука, техника, управление», «Транспорт Урала», «Вестник РГУПС», «Известия ПГУПС», «Экономика железных дорог», «Вестник УрГУПС», в сборниках научных трудов УрГУПС.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, библиографического списка и приложений. Основная часть работы изложена на 300 машинописных страницах, в том числе включает 61 таблицу и 78 рисунков. Библиографический список содержит 194 наименования.

Автор выражает благодарность научному консультанту В. М. Сай за плодотворные обсуждения, конструктивные замечания и ценные советы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности научной проблемы, формулировки целей и задач исследований, краткое изложение основных результатов работы.

В первой главе дан ретроспективный анализ и сформированы теоретические аспекты развития модельных представлений о нетрадиционных организационных сетевых структурах.

Сформулирован концептуальный подход к моделированию процессов организационно-экономического взаимодействия и общие требования к моделям взаимодействия в целом и к сетевым графоаналитическим моделям в частности. Любая модель процессов взаимодействия может рассматриваться как приемлемая с научной и практической точки зрения только в случае, если она удовлетворяет целому ряду концептуальных условий, отражающих современное состояние научной и практической деятельности.

Разработанные ранее типы моделей организационного взаимодействия – планетарная, радиально-планетарная и сэндвич-модели, представляют собой три ступени обобщения и синтеза модельных представлений о сетевых организационных структурах применительно к отрасли железнодорожного транспорта. Рассмотренные типы моделей естественным образом образуют цепочку фактор-моделей, соответствующую расширяющимся по масштабам практическим задачам исследования. Принимаемая в работе категорийная точка зрения на построение абстрактных моделей приводит к построению

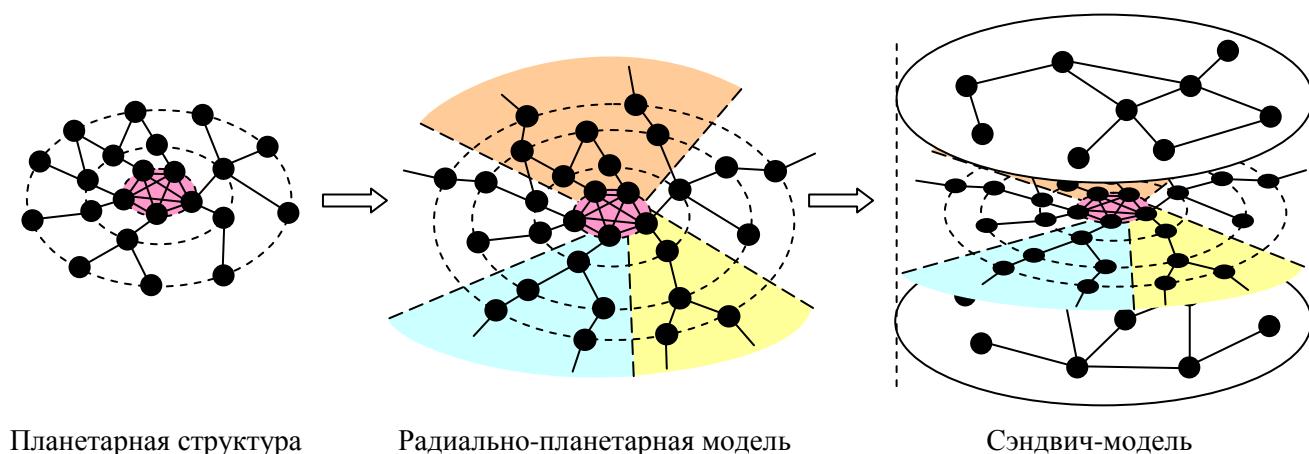


Рис. 1. Цепь фактор-моделей сетевого взаимодействия

цепочки морфизмов, объединяющей и систематизирующей рассмотренные модели сетевых структур (рис.1). Категорийная точка зрения вскрывает взаимосвязь рассмотренных типов модельных представлений и подчеркивает их общность, указывает на соответствие поставленным исследовательским задачам и адекватность полученных моделей рассматриваемым явлениям.

Каждый тип моделей соответствует стоящим практическим задачам и, соответственно, имеет надлежащий масштаб. Сэндвич-модели – пространственные структуры – предназначены для решения задач моделирования взаимоотношений железнодорожного транспорта с регионами России и хозяйствующими субъектами в масштабах страны. Радиально-планетарные модели – плоские радиальные секторные структуры – предназначены для моделирования системы взаимоотношений железной дороги с непосредственным экономическим окружением. Планетарные структуры – концентрические плоские структуры – в значительной степени направлены на моделирование и описание внутренней структуры корпоративной сети железнодорожного транспорта и её связей с внешними орбитами на небольшую глубину.

Цепочка расширяющихся по масштабам практических задач естественным образом порождает указанную на рис.1 расширяющуюся цепочку типов моделей. Это вскрывает взаимосвязь многих применявшихся типов модельных представлений и подчеркивает их общность, указывает на соответствие поставленным исследовательским задачам и адекватность полученных моделей рассматриваемым явлениям.

Во второй главе сформированы основы геометрической теории организационных структур – «статики» организационных сетей. Модели сетевых структур, использовавшиеся для представления и анализа сетей, допускают естественное обобщение и систематизацию на языке теории алгебраических систем – мультиоператорных сетей.

Мультиоператорной сетью называется многоосновная алгебраическая система $\mathbf{G} = \langle G, N; \{f^{(k)}\}, \{\rho^{(l)}\}, \{P^{(m)}\} \rangle$. Здесь $G = \{g_i \mid i \in \mathbf{N}\}$ – множество вершин сети; $N = \{n_{ij}\}$ – множество ребер (ребро n_{ij} соединяет вершины g_i и g_j). Сигнатура мультиоператорной сети $\sigma = \langle \{f^{(k)}\}, \{\rho^{(l)}\}, \{P^{(m)}\} \rangle$ состоит из:

А) отношений эквивалентности $\rho^{(l)}; l \in L \subseteq \mathbf{N}$, являющихся различными разбиениями множеств вершин G и ребер N на классы «однотипных» элементов по какому-то выделенному признаку;

Б) числовых функций $f^{(k)} : G \cup N \rightarrow \mathbf{R}^+$, $k \in K \subseteq \mathbf{N}$, представляющих различные метки (потoki и характеристики) вершин и ребер сети \mathbf{G} ;

В) операторов $P^{(m)} : \mathbf{G} \rightarrow \tilde{\mathbf{G}}$, $m \in M \subseteq \mathbf{N}$, действующих на сеть \mathbf{G} . Операторы формализуют различные внешние воздействия на сетевую структуру, изменяют вершины, ребра и потоки, трансформируя исходную сеть \mathbf{G} в некоторую новую сеть $\tilde{\mathbf{G}}$.

В мультиоператорных сетях разбиения $\rho^{(l)}$ отражают разделение субъектов хозяйственной деятельности на типы – по видам производимой продукции, по значимости и рангу, по экономической состоятельности, устойчивости и т.п. Метки $f^{(k)}$ узлов и ребер мультиоператорной сети \mathbf{G} отражают количественные показатели – финансовые и ресурсные потоки, объемы производимой продукции, численные показатели хозяйственной деятельности предприятий и т.п. Операторы $P^{(m)}$ формализуют случайные изменения, форс-мажорные обстоятельства, директивные преобразования сети, изменения потоков и связей, изменения в потребностях ресурсов и т.п.

Практика показывает, что мультиоператорные сети являются градуированными. Сеть \mathbf{G} называется градуированной, если имеется гомоморфизм $\gamma: \mathbf{G} \rightarrow \langle M; \prec \rangle$ сети \mathbf{G} на множество $\langle M; \prec \rangle$, которое упорядочено отношением порядка \prec . Отношение \prec в общем случае является частичным порядком. Гомоморфизм γ ставит в соответствие каждому элементу g некоторый элемент $\gamma(g) \in M$, который интерпретируется как ранг (приоритет, важность) узла сети $g \in \mathbf{G}$. Фактически, гомоморфизм γ осуществляет ранжирование элементов сети по некоторому признаку, имеющему значение в рамках рассматриваемой задачи. В значительной части случаев моделирования сетей, гомоморфизм γ является отображением на множество $\langle \mathbf{N}; \leq \rangle$ натуральных чисел и дает ранжирование предприятий по какому-нибудь важному в данной задаче параметру. В частности, сетевые модели, рассмотренные в первой главе, являются градуированными именно таким образом (рис.2).

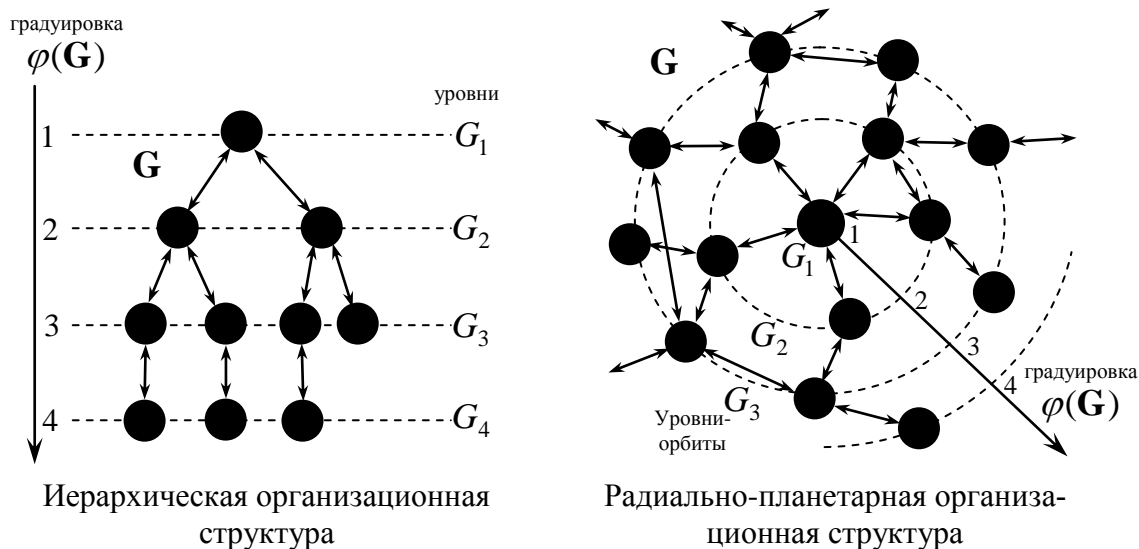


Рис.2. Примеры диаграмм градуированных организационных сетей разных типов и их разбиение на уровни.

В современных условиях значительный интерес вызывают проблемы прочности и устойчивости организационных структур. Для мультиоператорных сетей, в проекции на железнодорожный транспорт, можно выделить два основных класса задач устойчивости

сетей, соответствующих двум возможным типам разрушающих воздействий – внешнему и внутреннему.

Первый класс задач связан с геометрической прочностью и целостностью сетей. Например, внешнее воздействие на сеть (действие оператора $P^{(m)}$), заключающееся в удалении ребер или узлов, может привести к распаду – сеть \mathbf{G} потеряет связность, распадется на фрагменты или резко уменьшится коэффициент связности между секторами сети. С математической точки зрения, очерченный круг вопросов может быть представлен следующим образом: удаление каких множеств $G_1 \subset G$ и $N_1 \subset N$ (узлов и ребер), и закрытие каких потоков $f_{ij}^{(k)}$ приведет к распаду сети \mathbf{G} на несвязные фрагменты? Ослабленный вариант постановки этой задачи – какое воздействие на сеть \mathbf{G} «внешнего» оператора $P^{(m)}$ повлечет критическое сокращение сетевых показателей эффективности работы сети? Прочность является важнейшим критерием при проектировании и эксплуатации любых сетей – организационных, транспортных, логистических, коммуникационных.

Второй класс задач связан с реальными ситуациями, когда разрыва и распада сети не происходит, но рассматриваемая сеть по тем или иным параметрам перестает выполнять свои функции. Это круг вопросов, охватывающий устойчивость производственных процессов и стабильность внутривидовых связей. В этом случае, как правило, имеется некоторый оценочный функционал $F(\mathbf{G})$, который определяет числовую оценку $\alpha = F(\mathbf{G}) \in \mathbf{R}$ процессов, протекающих в сети. Если от действия операторов $P^{(m)}$ эта оценка стала неудовлетворительной ($\alpha < \alpha_0$, где α_0 – некоторое критическое значение), то говорим, что в сети возникла *критическая ситуация* по параметру $\alpha = F(\mathbf{G})$. Возникновение критических ситуаций, как правило, требует стабилизирующих воздействий: оперативного организационного регулирования, управленческих и производственных решений, принятия законов, финансовых займов, государственной поддержки и т.п.

Далее во второй главе вводятся количественные показатели, отражающие строение организационной сети как геометрического объекта – количество связей между узлами, наличие или отсутствие замкнутых циклов в сети \mathbf{G} , распределение предприятий по уровням градуировки, связность уровней и т.п. Таковыми показателями, в частности, являются:

- коэффициент автаркии (количество петель на узлах сети);
- коэффициенты $\eta^{(k)}$ наполнения уровней (доля от общего количества предприятий сети, имеющих ранг k);
- коэффициенты $\nu^{(k,m)}$ межуровневой связности (среднее количество сетевых связей между предприятиями рангов k и m , соответственно);
- коэффициенты достижимости (средняя длина путей в диаграмме сети от узлов уровня k до узлов уровня m).

Дается практическая интерпретация введенных характеристик – наличие автаркии у предприятий, взаимозаменяемость организационных связей, скорости передачи распорядительного воздействия и распределения ресурсов, экономической и организационной самостоятельности предприятий и т.п. Естественным образом возникает вопрос об определяемости сети набором своих геометрических характеристик.

Стандартным способом задания сетей является их представление матрицами смежности. Известно, что всякая сеть определяется своей матрицей смежности однозначно с точностью до изоморфизма, чем и объясняется повсеместное использование матричного метода. Однако матричный метод представления страдает существенными недостатками. Прежде всего, он является избыточным (особенно при наличии априорной дополнительной информации об устройстве сети), матрицы имеют большие размеры, вычисления с помощью матриц страдают отсутствием наглядности. Главный недостаток матричного представления – его высокая алгоритмическая сложность, для выполнения стандартных алгоритмов анализа сетей (в особенности, переборного характера) требуется значительное время.

В работе предложена альтернатива матричному методу – экономичный и алгоритмически простой метод кортежей представления градуированных сетей. В методе кортежей каждому узлу P сопоставляется некоторый кортеж $K(P)$ натуральных чисел, характеризующий геометрию сети в окрестности узла P , и формируется набор $\mathbf{K}(\mathbf{G})$ кортежей для всех узлов сети \mathbf{G} . Доказана теорема, утверждающая полноту и категоричность метода:

Теорема. Всякая градуированная организационная сеть \mathbf{G} определяется набором кортежей $\mathbf{K}(\mathbf{G})$ однозначно с точностью до изоморфизма.

Этот результат означает, что любая градуированная сеть \mathbf{G} однозначно и эффективно задается набором кортежей $\mathbf{K}(\mathbf{G})$. Показана алгоритмическая простота кортежного представления сетей для решения классических задач сетевого анализа. В частности, легко вычисляются геометрические характеристики организационных сетей.

Далее во второй главе решается задача геометрической прочности сетей, относящаяся первому выделенному классу задач прочности (прочность при внешних разрушающих воздействиях).

В качестве основного показателя геометрической прочности принято математическое ожидание \mathbf{M} количества ребер сети \mathbf{G} , которые следует удалить случайным образом, чтобы рассматриваемая сеть оказалась разрушенной в целом. Для нахождения объема \mathbf{M} разрушающего воздействия на сеть разработана программа (с использованием методов оптимальной организации компьютерных вычислений), осуществляющая вычисление соответствующих математических ожиданий с помощью серий численных экспериментов. В работе проведено значительное количество экспериментов по разрушению регулярных сетей различных видов. Показано, что решение задачи для прямоугольных сеток позволяет получить оценки геометрической прочности сетей всех прак-

тически важных типов, что является полным решением задачи для сетей произвольного вида.

Сеть называется регулярной, если степени всех её вершин одинаковы. Примеры регулярных прямоугольных сетей, для которых проводились численные эксперименты по определению матожидания количества разрушенных ребер, приводящего к исчезновению пути, соединяющего левую и правую границы сети, показаны на рис.3.

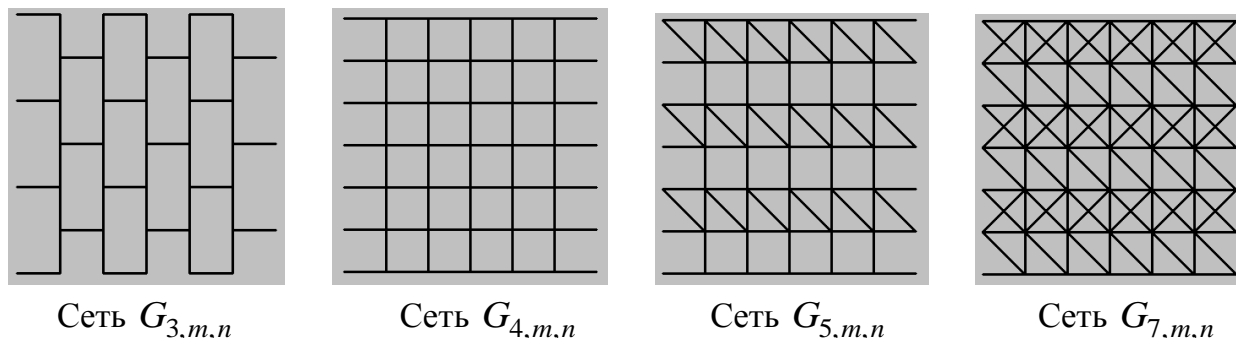


Рис. 3. Примеры регулярных прямоугольных сетей, подвергавшихся разрушению

Обозначим через \mathbf{M}/\mathbf{E} отношение матожидания \mathbf{M} к количеству \mathbf{E} ребер сети $G_{k,m,n}$, а через \mathbf{M}/\mathbf{V} – отношение матожидания \mathbf{M} к количеству \mathbf{V} вершин сети. Результаты экспериментов для сетей, изображенных на рис.3, приведены в табл.1.

Таблица 1.

Результаты экспериментов по разрушению сетей

Сеть $G_{3,n,n}$				Сеть $G_{4,n,n}$			
Длина стороны сети	\mathbf{M}	\mathbf{M}/\mathbf{E}	\mathbf{M}/\mathbf{V}	Длина стороны сети	\mathbf{M}	\mathbf{M}/\mathbf{E}	\mathbf{M}/\mathbf{V}
10	91.793	0.592	0.918	10	98.830	0.494	0.988
20	376.063	0.616	0.940	20	398.313	0.498	0.996
30	855.115	0.626	0.950	30	897.995	0.499	0.998
40	1527.964	0.631	0.955	40	1597.848	0.499	0.999
80	6172.990	0.640	0.964	80	6398.824	0.500	1.000
100	9669.582	0.642	0.967	100	9996.693	0.500	1.000

Сеть $G_{5,n,n}$				Сеть $G_{7,n,n}$			
Длина стороны сети	\mathbf{M}	\mathbf{M}/\mathbf{E}	\mathbf{M}/\mathbf{V}	Длина стороны сети	\mathbf{M}	\mathbf{M}/\mathbf{E}	\mathbf{M}/\mathbf{V}
10	103.356	0.413	1.034	10	101.705	0.291	1.017
20	416.619	0.417	1.042	20	408.715	0.292	1.022
30	930.308	0.418	1.044	30	920.808	0.292	1.023
40	1673.175	0.418	1.045	40	1637.140	0.292	1.023
80	6708.662	0.419	1.048	80	6548.838	0.292	1.023
100	10477.486	0.419	1.048	100	10246.971	0.292	1.024

В результате экспериментов выявлен целый ряд удивительных фактов:

– величины \mathbf{M}/\mathbf{E} для регулярных сетей фиксированной степени вершин, с ростом числа вершин стремятся к некоторому постоянному значению, в частности, для сетей со степенями вершин 4 и 8 стремятся к 1/2 и 1/4 соответственно;

– величина \mathbf{M}/\mathbf{V} близка к половине произведения \mathbf{M}/\mathbf{E} на степень вершины;

– совершенно неожиданно, что при фиксированном соотношении сторон прямоугольника, с ростом его размеров величина M/V стремится к 1 для всех типов сеток.

Результаты экспериментов в совокупности с дополнительными математическими рассуждениями по обобщению полученных результатов на сети произвольной конфигурации, приводят к общему **признаку геометрической прочности сетей произвольного типа**:

При случайных внешних разрушающих воздействиях, произвольная сеть G попадает в близкое к разрушению состояние тогда, когда значение отношения M/V близко к единице, то есть когда количество ребер становится численно равно площади прямоугольной сетки, на которой эта сеть размещена.

Сформулированный признак позволяет сделать фундаментальный и практически важный вывод. При проектировании и практическом строительстве сети, для достижения ее геометрической прочности по отношению к внешним разрушающим воздействиям, необходимо добиваться выполнения двух условий:

- 1) сеть должна быть достаточно регулярной;
- 2) число связей в сети должно быть существенно больше числа ее элементов.

Сформулированный признак геометрической прочности является универсальным, допускает адаптацию для практического построения сетевых структур. Например, применительно к построению сетей коммуникаций и/или транспортных сетей, признак может быть сформулирован следующим образом: сеть коммуникаций на плоскости прочна тогда, когда суммарная длина коммуникаций превосходит площадь района, для обслуживания которого они предназначены.

В третьей главе даются теоретические основы формирования и функционирования организационных сетей – «динамики» организационных сетей.

При моделировании процессов формирования и развития организационных сетей, оказывается эффективным использование естественнонаучных аналогий и моделей физических процессов формирования детерминированных структур в первоначально хаотических средах (конденсация газов, кристаллизация из растворов, полимеризация органических соединений, в более крупных масштабах – образование планетных систем, самоорганизация и эволюция биологических систем). Общей чертой всех моделей формирования детерминированных структур является наличие абстрактной «среды», наполненной взаимодействующими между собой частицами и физическими полями, характеризующими взаимодействия между частицами в этой среде. Поля численно описывают силы притяжения и отталкивания частиц, прочность связей, типы взаимодействия.

В работе принято модельное представление формирования, развития и распада организационных сетей в соответствующей абстрактной «среде» – экономико-правовом пространстве. Это представление естественно, поскольку неоспоримым и объективным обстоятельством является то, что отдельные хозяйствующие субъекты взаимодействуют между собой и, в процессе своей экономической деятельности, объединяются в разнообразные детерминированные организационные структуры.

Экономико-правовое пространство Ω есть совокупность хозяйствующих субъектов, осуществляющих или потенциально способных осуществлять экономическое взаимодействие с другими субъектами и способных, посредством экономического взаимодействия, объединяться в детерминированные организационные структуры. Элементами экономико-правового пространства Ω являются хозяйствующие субъекты.

В качестве областей экономико-правового пространства Ω можно рассматривать секторы и отрасли экономики, территории, государства и т.п. Объем V_D выделенной области $D \subseteq \Omega$ определяется в зависимости от стоящей исследовательской задачи. Например, если требуется в понятии «объем области D » отразить количество хозяйствующих субъектов и их ресурсное наполнение, то объемом V_D следует считать произведение количества N элементов области D на суммарный объем ресурсов, сосредоточенных в этой области:

$$V_D = N \cdot \sum_{i=1}^N \mathbf{R}(P_i),$$

где $P_i \in D$ – предприятие из области D , а $\mathbf{R}(P_i)$ – некоторый функционал, вычисляющий объем ресурсов предприятия P_i . Содержательно, функционал $\mathbf{R}(P_i)$ определяется по значениям экономических характеристик предприятия P_i : величине финансовых активов, объему производственных фондов, объему оборотных средств, размеру прибыли, различным интегральным характеристикам состоятельности предприятия P_i и т.п.

Элементы экономико-правового пространства взаимодействуют между собой и объединяются в организационные структуры. Это означает, что между элементами объективно действуют силы экономического взаимодействия – притяжения и/или отталкивания. Сила экономического притяжения \mathbf{F}_{ij} предприятия P_i к предприятию P_j есть величина, зависящая от множества факторов X_1, X_2, \dots, X_m разнообразной природы и являющаяся значением некоторого функционала $F(X_1, X_2, \dots, X_m) = \mathbf{F}_{ij}$ от этих факторов. Факторами X_1, X_2, \dots, X_m , обуславливающими притяжение, могут являться: экономическая привлекательность предприятия, потребность в поставках и сбыте продукции, стабильность и устойчивость, организационно-правовой статус и т.п.

Аналогично, сила экономического отталкивания \mathbf{G}_{ij} зависит от множества факторов Y_1, Y_2, \dots, Y_s и представляет собой функционал $G(Y_1, Y_2, \dots, Y_s) = \mathbf{G}_{ij}$. Факторами Y_1, Y_2, \dots, Y_s , обуславливающими отталкивание, могут быть: правовое и директивное воздействие государства и управляющих органов, экономические и политические преобразования, стремление предприятия к самостоятельности, экономическая целесообразность прекращения взаимодействия с партнерами, новые технологии и отказ от устаревших видов ресурсов, старение предприятий и т.п.

Для характеристики текущего состояния экономико-правового пространства Ω вводятся два фундаментальных показателя – коэффициент объединения $k_{\text{конд}}(D)$ и коэффициент распада $k_{\text{расп}}(D)$ в области $D \subseteq \Omega$ экономико-правового пространства Ω . Эти коэффициенты являются средними интегральными значениями сил притяжения и, соответственно, отталкивания между элементами области D :

$$k_{\text{конд}}(D) = \frac{1}{V_D} \int_D \mathbf{F}(q_1, q_2, \dots, q_l) d\mu, \quad k_{\text{расп}}(D) = \frac{1}{V_D} \int_D \mathbf{G}(q_1, q_2, \dots, q_l) d\mu,$$

где: V_D – объем области $D \subseteq \Omega$, $\mathbf{F}(q_1, q_2, \dots, q_l)$ – силы экономического притяжения элементов в пространстве Ω , $\mathbf{G}(q_1, q_2, \dots, q_l)$ – силы экономического отталкивания, μ – весовая функция (мера) сопротивления взаимодействию в объеме $D \subseteq \Omega$. В приведенных формулах, в общем случае, интеграл понимается в смысле интеграла Лебега–Стилтьеса по области $D \subseteq \Omega$ и мере μ . Практически применимыми дискретными вариантами этих формул являются выражения:

$$k_{\text{конд}}(D) = \frac{1}{V_D} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N (\mathbf{F}_{ij} \cdot \mu_{ij}), \quad k_{\text{расп}}(D) = \frac{1}{V_D} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N (\mathbf{G}_{ij} \cdot \mu_{ij}),$$

где: N – число предприятий в области $D \subseteq \Omega$, V_D – объем области $D \subseteq \Omega$, \mathbf{F}_{ij} – сила экономического притяжения предприятия P_i к предприятию P_j , \mathbf{G}_{ij} – сила экономического отталкивания предприятия P_i от предприятия P_j ; μ_{ij} – соответствующий весовой коэффициент сопротивления среды.

Коэффициент $k_{\text{конд}}(D)$ является аналогом классического понятия плотности энергии притяжения частиц в объеме $D \subseteq \Omega$ и характеризует объединяющие тенденции в экономико-правовом пространстве, потребность предприятий к установлению организационных связей и взаимодействию. Коэффициент распада $k_{\text{расп}}(D)$ является аналогом плотности энергии отталкивания и характеризует «центробежные» тенденции в экономико-правовом пространстве, потребность и стремление предприятий к независимости и обособленности.

На основе коэффициентов $k_{\text{конд}}(D)$ и $k_{\text{расп}}(D)$ формулируется фундаментальный критерий: формирование и рост организационных сетей в области $D \subseteq \Omega$ экономико-правового пространства Ω возможен в том и только в том случае, когда силы притяжения элементов преобладают над силами отталкивания, то есть выполняется неравенство $k_{\text{конд}}(D) > k_{\text{расп}}(D)$. При выполнении неравенства будет происходить формирование и рост организационных сетей, а в случае невыполнения неравенства – распад и разрушение. В случае примерного равенства $k_{\text{конд}}(D) \approx k_{\text{расп}}(D)$ имеется паритет сил притяжения и отталкивания, что приводит к процессам динамического равновесия организационных сетей, возникновению баланса между тенденциями роста и распада.

Для изучения динамики организационных сетей вводится понятие возможной траектории развития сети, то есть последовательности состояний s_j сети \mathbf{G} и возможных (теоретически допустимых) переходов из предыдущего состояния в следующее: $S = \{s_0 \rightarrow s_1 \rightarrow \dots \rightarrow s_{j-1} \rightarrow s_j \rightarrow \dots \rightarrow s_k\}$, где: s_0 – начальное состояние сети \mathbf{G} , s_k – конечное состояние. Каждый переход $s_{j-1} \rightarrow s_j$ означает некоторое преобразование сети. В процессе перехода могут возникать или разрушаться связи между предприятиями, образовываться новые предприятия и ликвидироваться старые. Узлы сети \mathbf{G} при переходе $s_{j-1} \rightarrow s_j$ могут объединяться или разделяться на несколько новых узлов (разделение предприятий или выделение подразделений в самостоятельные хозяйствующие субъекты). Пример двух возможных траекторий развития одной и той же исходной сети показан на рисунке 4.

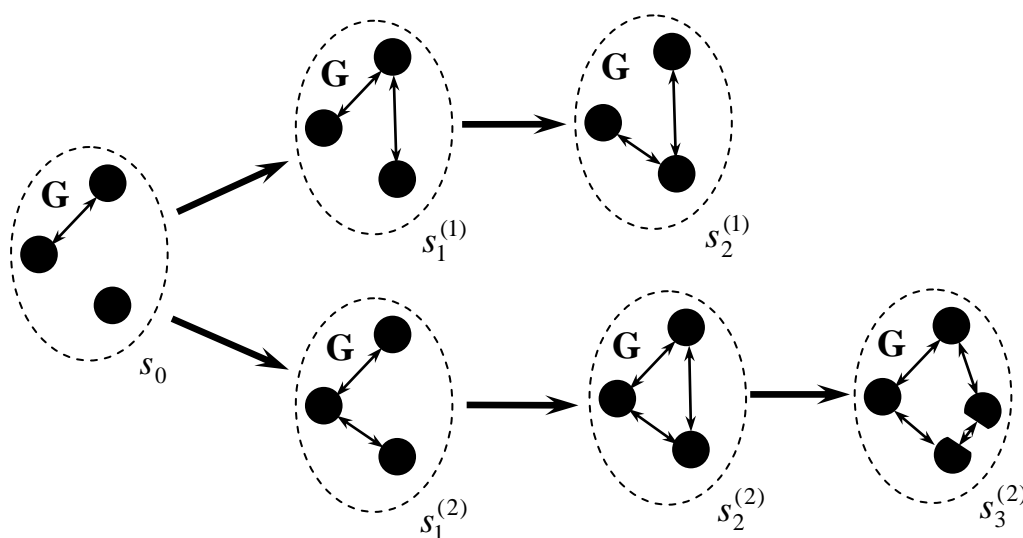


Рис.4. Две различные возможные траектории развития организационной сети \mathbf{G} из одного начального состояния s_0

Теоретически, существует бесконечное количество возможных траекторий развития организационной сети \mathbf{G} из данного начального состояния s_0 (аналогично множеству возможных перемещений механической системы, рассматриваемому в теоретической механике). Для ответа на вопрос – какая из возможных траекторий развития организационной сети реализуется в действительности, вводятся понятия функции Лагранжа (лагранжиана) организационной сети и функционала действия.

Лагранжианом выделенной пары предприятий (P_k, P_j) назовем выражение $L_{kj} = E_{\text{демпф}} - (E_{\text{экон}} + E_{\text{дир}})$, где $E_{\text{демпф}}$, $E_{\text{экон}}$, $E_{\text{дир}}$ – соответственно, функционалы энергий противодействия взаимодействию, экономического притяжения и директивно-распорядительного притяжения пары предприятий (P_k, P_j) . Лагранжианом L организационной сети $\mathbf{G} \subseteq \Omega$ назовем сумму лагранжианов L_{kj} всевозможных пар предприятий (P_k, P_j) из данной сети:

$$L = \sum_{(P_k, P_j) \in G} L_{kj} .$$

Экономический смысл величины L в каждой конкретной задаче может быть различным – он зависит от интерпретации входящих в L функционалов энергии. В общем случае, лагранжиан сети есть ожидаемое количество общих затрат (объемов работы и ресурсов) и выгоды при осуществлении перехода организационной сети G из предыдущего состояния в следующее.

Переходы сети из одного состояния в другое происходят не мгновенно, а в течение некоторого времени. Обобщенным временем T перехода сети из предыдущего состояния в следующее назовем монотонно возрастающий функционал $T = F(t, \alpha_1, \alpha_2, \dots)$, зависящий от реального физического времени t , и, возможно, некоторого набора параметров $\alpha_1, \alpha_2, \dots$, учитывающих производственные особенности подсчета времени (в «банковских днях», «рабочих днях» и т.п.), юридическую необходимость проведения конкурсных отборов и аукционов не ранее назначенного срока, минимально возможные сроки оформления документов, количество и время согласований, сроки рассмотрения и утверждения решений.

Функционал действия $Z(S)$ вдоль возможной траектории $S = \{s_0 \rightarrow s_1 \rightarrow \dots \rightarrow s_k\}$ развития сети G определим как интеграл от функции Лагранжа L вдоль траектории S сети G по обобщенному времени:

$$Z(S) = \int_S L \cdot dT = \int_{s_0}^{s_k} \left(\sum_{(P_k, P_j) \in G} (E_{\text{демпф}} - (E_{\text{экон}} + E_{\text{дир}})) \right) dT .$$

Практически применимым дискретным аналогом интегрального выражения действия $Z(S)$ при переходе $s_{j-1} \rightarrow s_j$ следует считать величину:

$$Z_j = \sum_{\substack{\text{по всем изменившимся} \\ \text{ребрам сети } G}} (E_{\text{демпф}} \cdot \Delta t_j - V_{\text{орг}})_j$$

– сумму по всем ребрам сети G , подвергшимся преобразованиям при переходе $s_{j-1} \rightarrow s_j$. Каждое слагаемое $(E_{\text{демпф}} \cdot \Delta t_j - V_{\text{орг}})_j$ интерпретируется как затраты на преобразование умноженные на время Δt_j , минус выгоды от преобразования. Общим действием $Z(S)$ по возможной траектории $S = \{s_0 \rightarrow s_1 \rightarrow \dots \rightarrow s_k\}$ развития сети G следует считать сумму действий по всем этапам траектории S :

$$Z = \sum_{j=1}^k Z_j .$$

Основополагающим принципом формирования организационных сетей, объясняющим их форму, последовательные этапы развития, функционирование и распад, является **принцип наименьшего действия**:

Из всего множества возможных траекторий, на практике реализуется такая траектория $S = \{s_0 \rightarrow s_1 \rightarrow \dots \rightarrow s_k\}$ развития организационной сети **G** (и, соответственно, получается такое конечное состояние сети s_k), что по этой траектории действие минимально:

$$Z(S) = \int_{s_0}^{s_k} L \cdot dT \rightarrow \min .$$

Анализ принципа наименьшего действия показывает, что для практической минимизации действия $Z(S)$ нужно:

- уменьшать время Δt , затрачиваемое на формирование или преобразование организационной связи;
- уменьшать затраты $E_{\text{демпф}}$ на формирование отдельных организационных связей и на формирование организационной сети в целом;
- увеличивать общие организационно-экономические выгоды $V_{\text{орг}} = E_{\text{дир}} + E_{\text{экон}}$ от создания или преобразования организационной сети (поскольку величина $V_{\text{орг}}$ входит в выражение действия Z_j со знаком минус).

Эти выводы органично согласуются с практическими представлениями об эффективности построения организационных сетей. Кроме того, с помощью принципа наименьшего действия, оказалось возможным выявить и объяснить качественную картину конечных состояний развивающихся организационных сетей, то есть их итоговые формы. Установлено, что развитие организационных сетей может происходить двумя различными способами, приводящими к двум различным типам организационных сетей.

Первый тип сетей возникает, когда доминирует директивная составляющая $E_{\text{дир}}$, а экономическая составляющая $E_{\text{экон}}$ не оказывает существенного воздействия на процессы формирования сети (как правило, в этой ситуации административное демпфирование $E_{\text{демпф}}$ со стороны управленческого аппарата невелико, поскольку он инициирует объединительное воздействие). В результате минимизации $Z(S)$, в этом случае, сеть **G** формируется установлением простых директивно-распорядительных связей (типа подчинения или объединения) между предприятиями, и возникают организационные сети типа иерархий (см. рис.2).

Второй тип сетей возникает, когда доминирует экономическая составляющая $E_{\text{экон}}$, а внешнее организационное воздействие $E_{\text{дир}}$ невелико. Для минимизации $Z(S)$, в этом случае, изыскиваются способы снижения диссипативного сопротивления преобра-

зованиям со стороны административного аппарата и способы сокращения времени преобразований. Минимизируется количество промежуточных звеньев (посредников) в цепочках между предприятиями. Это приводит к доминированию прямых экономических связей между предприятиями, заключению договоров и контрактов напрямую. Более мелкие производители «концентрируются» вокруг крупных компаний с большим коэффициентом экономической привлекательности $E_{\text{экон}}$ и возникают радиально-планетарные организационные структуры, более характерные для свободного экономического взаимодействия (см. рис.2).

В терминах действия формулируется **критерий целесообразности построения и реорганизации организационных сетей**, формализующий естественную практическую точку зрения – создание и преобразование организационной сети следует считать обоснованным и целесообразным, если выгоды от создания сети превышают затраты на её создание. Показано, что траектория S развития организационной сети, на которой действие меньше нуля $Z(S) < 0$, является целесообразной, организационно и экономически обоснованной. Напротив, траектории развития сети G , для которых $Z(S) \geq 0$ – нецелесообразны и на практике являются убыточными.

Далее в главе 3 изучены условия, приводящие к динамической стабилизации организационных сетей, и даны их математические формализации. Сформулированы критерии стабилизации экономического взаимодействия и возникновения паритетных ситуаций взаимодействия, как для пары выделенных предприятий, так и для произвольных хозяйствующих комплексов.

На практике всегда имеется большое количество различных вариантов (программ) T_1, T_2, \dots, T_m взаимодействия между элементами организационной сети. Эти варианты могут отличаться условиями сотрудничества, отпускными ценами на товары и услуги, долями инвестиций в совместные проекты и т.д. При реализации различных вариантов предприятия будут получать различную выгоду. Каждому предприятию P_i сети можно сопоставить некоторую оценку $k_{\text{сост}}^{(i)} = K_{\text{сост}}(P_i)$ его экономической состоятельности – значение функционала силы притяжения к P_i в экономико-правовом пространстве.

В процессе взаимодействия каждое предприятие P_i стремится получить от взаимодействия возможно большую выгоду, т.е. максимизировать величину $\Delta k_{\text{сост}}^{(i)}(T_s) = k_{\text{сост}}^{(i)}(T_s) - k_{\text{сост}}^{(i)}(0)$ прироста экономической состоятельности от реализации варианта взаимодействия T_s . Здесь $k_{\text{сост}}^{(i)}(T_s)$ – состоятельность P_i после реализации варианта взаимодействия T_s , $k_{\text{сост}}^{(i)}(0)$ – начальное значение состоятельности.

Каждый из вариантов T_1, T_2, \dots, T_m взаимодействия можно рассматривать как стратегию в игре с противоборствующими интересами, в которой каждый участник стремится максимизировать свою выгоду $\Delta k_{\text{сост}}^{(i)}(T_s)$. Установлено, что вариант взаимо-

действия T_s является динамически стабильным, если он оптимален в смысле игрового критерия оптимальности стратегии по Парето – для T_s выполняется конъюнкция условий:

$$\forall T_r \in \{T_1, T_2, \dots, T_M\} \& \left(\Delta k_{\text{сост}}^{(i)}(T_r) \leq \Delta k_{\text{сост}}^{(i)}(T_s) \right),$$

где N – количество взаимодействующих предприятий.

В работе дана геометрическая интерпретация условий оптимальности взаимодействия по Парето и показано, что условия оптимальности означают, что среди множества возможных вариантов взаимодействия T_1, T_2, \dots, T_m не найдется варианта, улучшающего результаты взаимодействия для некоторого предприятия сети **G** и не уменьшающего, при этом, результатов взаимодействия для каких-то других предприятий сети **G**.

В четвертой главе разработаны общие методики формирования оценок взаимодействия элементов организационных сетей и указаны пути их практической адаптации. Методика оценок необходимы как для полноценного формирования теории взаимодействия, так и для проведения оценок взаимодействия в практической деятельности.

Математически задача ставится следующим образом. Пусть имеется n различных коэффициентов k_1, k_2, \dots, k_n , отражающих численные характеристики факторов X_1, X_2, \dots, X_n , учитываемых при проведении оценки. Считаем все коэффициенты k_1, k_2, \dots, k_n нормированными и монотонно возрастающими в зависимости от соответствующих факторов (чем лучше с практической точки зрения параметры X_i , тем больше значение коэффициента k_i). Требуется сформировать функционал $\mathbf{F}_{\text{инт}} = F(k_1, k_2, \dots, k_n)$, сводящий показатели k_1, k_2, \dots, k_n в единую интегральную оценку элементов сети и интерпретируемый как «сила взаимодействия» в экономико-правовом пространстве. Функционал $F(k_1, k_2, \dots, k_n)$ должен быть монотонным по каждому аргументу – требование монотонности продиктовано практическими потребностями сравнения и ранжирования предприятий, проведения конкурсных отборов, поиска и выделения наилучших и наихудших звеньев организационной сети, анализа и оптимизации процессов взаимодействия.

Предложены две общие методики, решающие поставленную математическую задачу. Первая – методика формирования интегральных цветовых оценок на основании множества разнородных факторов и показателей. Вторая – общая методика линейных оценочных форм. Каждая из этих методик обладает рядом преимуществ, определяющих их применение при решении конкретных практических задач.

Суть первой методики заключается в следующем. Каждому оцениваемому объекту P_m организационной сети, обладающему совокупностью показателей k_1, k_2, \dots, k_n , ставится в соответствие точка в n -мерном единичном кубе $E_n \subset \mathbf{R}^n$ по правилу:

$P_m \mapsto \mathbf{P}_m(k_1, k_2, \dots, k_n) \in \mathbf{R}^n$. Производится направленная раскраска точек внутри и на границе куба $E_n \subset \mathbf{R}^n$ так, что цвет точек непрерывно меняется в направлении данного вектора-градиента $\vec{g}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ – направления оценки. Точка \mathbf{P}_m попадает в область единичного куба определенного цвета, цвет точки $\mathbf{P}_m(k_1, k_2, \dots, k_n)$ присваивается оцениваемому объекту P_m и является искомой интегральной оценкой силы взаимодействия.

Для наглядности получаемых цветовых оценок, использованы традиционные цвета при раскраске точек единичного куба:

красный – низкое качество, взаимодействие с предприятием данного цвета неприемлемо, к предприятию действует значительная сила отталкивания;

желтый – среднее качество, взаимодействие возможно с определенной осторожностью, силы притяжения и силы отталкивания к предприятию примерно равны;

зеленый – высокое качество, взаимодействие приемлемо и перспективно, «зеленый свет» для сотрудничества, силы притяжения к предприятию значительны.

Принятая интерпретация цветов, в совокупности с требованием монотонности функционала оценки, означает, что точка $(0, 0, \dots, 0)$ куба E_n , соответствующая набору из нулевых оценок, окрашена в красный цвет; вершина $(1, 1, \dots, 1)$, соответствующая максимально высоким значениям показателей k_1, k_2, \dots, k_n объекта P_m окрашена в зеленый цвет. Остальные точки куба E_n имеют промежуточные цвета от красного, через желтый, к зеленому.

Наиболее естественным типом градиентной раскраски является стационарное температурное поле $T(x_1, x_2, \dots, x_n)$ внутри теплопроводного единичного куба E_n – каждой точке куба соответствует значение температуры (цвет). Требуемое распределение температур в E_n является стационарным решением классического n -мерного уравнения теплопроводности с начальными условиями:

$$T(t, 1, 1, \dots, 1) = 1; \quad T(0, x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, \text{ при } x_1 + x_2 + \dots + x_n \neq n$$

– в момент $t = 0$ температура любой точки куба, кроме точки $(1, 1, \dots, 1)$, равна нулю, а температура точки $(1, 1, \dots, 1)$ поддерживается равной 1. Граничные условия определяются в зависимости от стоящей практической задачи, поскольку они являются математической формализацией требований к итоговой оценке сил взаимодействия. Задание граничных условий обеспечивает требуемое расположение и объем цветовых (температурных) областей внутри куба, то есть отражает вес и значимость составляющих показателей k_i в итоговой интегральной оценке. Интегральной оценкой объекта P_i является температура $\mathbf{F}_{\text{инт}} = T(k_1, k_2, \dots, k_n)$ точки $\mathbf{P}_i(k_1, k_2, \dots, k_n)$.

Для практических нужд возможно применение и других типов раскрасок. Варьироваться могут ширина, форма и объем зоны каждого цвета. Изменение интенсивности

цвета вдоль каждой координатной оси k_i соответствует значимости (весу) показателя k_i в итоговой интегральной оценке. Условие градиентности раскраски обеспечивает возможность сравнения элементов экономико-правового пространства по степени предпочтения.

В методике линейных оценочных форм оценки привлекательности предприятий P_1, P_2, \dots, P_k формируются с помощью линейных форм вида:

$$\Phi = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n,$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – некоторые неотрицательные весовые коэффициенты. Переменные x_1, x_2, \dots, x_n в оценочной форме Φ соответствуют значениям учитываемых оценочных параметров. В ряде случаев, в качестве переменных x_1, x_2, \dots, x_n в оценочной форме Φ следует применять не сами показатели, а некоторые подходящие функции от них. Простейший пример – цена единицы продукции C_i предприятия P_i . Поскольку чем меньше C_i , тем лучше для потребителя, то разумно положить $x_i = 1/C_i$, то есть в качестве переменной взять величину, обратную к цене. Менее тривиальный пример – уровень рентабельности R_i . Для группы предприятий P_1, P_2, \dots, P_k рассматриваемого профиля априори существует некоторое рациональное значение $\delta_{\text{рац}}$ уровня рентабельности, отклонение от которого в ту или другую сторону является негативным фактором. Негативное влияние отклонения $x = |R - \delta_{\text{рац}}|$ рентабельности (и других подобных характеристик) предложено учитывать с помощью вспомогательных функций типа $f_\mu(x)$ (см. рис. 5). Функции $f_\mu(x)$ принимают максимальное значение при $x = \delta_{\text{рац}}$, их значение тем меньше, чем дальше аргумент x от рационального значения $\delta_{\text{рац}}$. Если $f_\mu(x)$ входит в оценочную форму Φ в роли слагаемого, то значение Φ будет монотонно зависеть от степени отклонения параметра x от своего рационального значения.

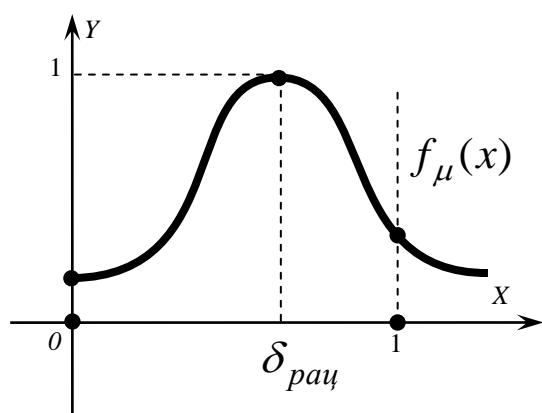


Рис. 5. График функций $f_\mu(x)$

Функции $f_\mu(x)$ принимают максимальное значение при $x = \delta_{\text{рац}}$, их значение тем меньше, чем дальше аргумент x от рационального значения $\delta_{\text{рац}}$. Если $f_\mu(x)$ входит в оценочную форму Φ в роли слагаемого, то значение Φ будет монотонно зависеть от степени отклонения параметра x от своего рационального значения.

Весовые коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ линейной формы Φ указывают выбранное из практических соображений направление $\vec{N} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ оценки предприятий и выполняют три основных функции: уравнивают размерностей слагаемых; придают оценочным показателям x_i соответствующие веса (в интересах компании, проводящей оценку); нормируют (уравнивают) порядки слагаемых $\alpha_i x_i$ формы Φ . Нормировка необходима для того, чтобы при вычислении оценок не пришлось суммировать величины разных порядков. Например, объем основных фондов предприятия может исчисляться

миллиардами рублей, а значение его рентабельности несколькими процентами. Суммирование столь разных по порядку величин приведет к потере значимости фактора рентабельности.

В работе решена проблема корректного и практически приемлемого определения нормировочных коэффициентов линейной формы. Предложено определять значения нормировочных коэффициентов $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ на основании максимального (наилучшего) значения соответствующего показателя среди всех предприятий P_1, P_2, \dots, P_k рассматриваемого фрагмента сети. Для коэффициента α_i выбирается максимальное значение соответствующего показателя x_i среди предприятий P_1, P_2, \dots, P_k и полагается

$$\alpha_i = 1 / \max_{1 \leq j \leq k} \{x_i^{(j)}\}.$$

Показано, что такое определение решает проблему нормировки слагаемых оценочной формы и одновременно исключает возможные спекулятивные действия, связанные с использованием оценок при проведении конкурсных отборов. Показано также, что такое определение коэффициентов отражает эффекты повышения отраслевых стандартов при инновационном экономическом развитии.

Метод определения нормировочных коэффициентов на основании максимальных показателей хозяйствующих субъектов P_1, P_2, \dots, P_k дает возможность получить абсолютные оценки качества этих субъектов. Для получения абсолютных оценок предприятий группы P_1, P_2, \dots, P_k и последующего их ранжирования, формируются два абстрактных объекта – «наилучшее, идеальное» P^* и «наихудшее» P_* предприятия. Эти гипотетические предприятия наделяются максимальными (соответственно, минимальными) среди предприятий группы P_1, P_2, \dots, P_k оценочными показателями. Значения формы Φ для этих предприятий образуют нижнюю $\Phi(P_*) = \Phi_{\min}$ и верхнюю $\Phi(P^*) = \Phi_{\max}$ границы интервала возможных оценок. Абсолютной оценкой привлекательности реального предприятия P_i называется коэффициент

$$k^{(i)} = 1 - \frac{\Phi_{\max} - \Phi^{(i)}}{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}},$$

где $\Phi^{(i)} = \Phi(P_i)$ – оценка предприятия P_i . Абсолютная оценка $k^{(i)}$ предприятия лежит в интервале $[0, 1]$ и показывает насколько близко предприятие P_i к «идеальному» предприятию P^* . Это означает, что методика линейных форм дает возможность оценить однопрофильные предприятия на основе существующих в данной отрасли стандартов взаимодействия.

Далее в главе 4 вводится и исследуется понятие сетевой поддержки, отражающее влияние градуированной организационной сети на стабильность и устойчивость своих

элементов. Вводятся понятия стабильной и критической производственных ситуаций на предприятиях и показатели обособленной и сетевой устойчивости.

Коэффициент обособленной устойчивости предприятия P_0 это вероятность p_0 стабильной производственной ситуации на P_0 , когда оно взаимодействует и получает ресурсы *только* от своих поставщиков, как если бы организационной сети, в которой в действительности находится предприятие P_0 , не существовало.

Сетевая устойчивость определяется при рассмотрении этого же предприятия в структуре организационной сети. В градуированных сетях возможно перераспределение ресурсов между элементами. При повышении потребности узла (например, в случае форс-мажорной ситуации или распорядительного воздействия), в сети может происходить передача ресурсов от узлов меньшего ранга в сторону узлов большего ранга по установленным для этой сети правилам. Возможность перераспределения ресурсов составляет суть сетевой поддержки.

Коэффициент сетевой устойчивости предприятия P_0 это вероятность p_0^* стабильной производственной ситуации на предприятии P_0 , когда оно функционирует в структуре градуированной сети \mathbf{G} , получает ресурсы от своих непосредственных поставщиков и, при необходимости, получает или отдает ресурсы предприятиям сети \mathbf{G} по правилам перераспределения ресурсов в данной сети.

В работе проведен полный и всесторонний анализ возможных перераспределений ресурсов в градуированных сетях, на основе которого выписаны неравенства, выполнение которых означает наступление критической ситуации на предприятии. Это позволило построить методику и практические алгоритмы вычисления коэффициента сетевой устойчивости предприятий. Коэффициенты обособленной и сетевой устойчивости являются вероятностными характеристиками, для их вычисления требуется проведение серий численных экспериментов, в ходе которых производственные ситуации случайным образом генерируются и проверяются на стабильность и устойчивость.

Коэффициент $\sigma(P_0)$ сетевой поддержки предприятия P_0 определяется как относительная величина возрастания коэффициента устойчивости предприятия при включении его в организационную сеть \mathbf{G} , по сравнению с его обособленной устойчивостью p_0 вне сети \mathbf{G} :

$$\sigma(P_0) = ((p_0^* - p_0) / p_0) \cdot 100\% .$$

Коэффициент $\sigma(P_0)$ показывает, насколько предприятие P_0 становится стабильнее за счет включения его в организационную сеть \mathbf{G} . В работе проведены численные эксперименты по определению $\sigma(P_0)$ в различных ситуациях и выявлены зависимости от различных групп факторов – конфигурации сети, устойчивости партнеров, ранга предприятия и т.д. На основании проведенных исследований даются практические вы-

воды, и формулируется общий критерий целесообразности вхождения предприятия в организационную сеть с точки зрения его устойчивости.

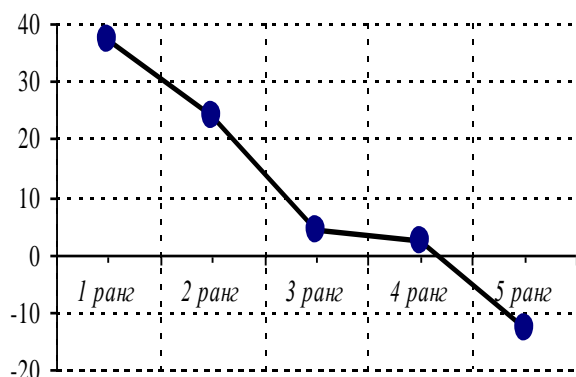


Рис.6. Зависимость сетевой поддержки от ранга узла

На рис.6, в качестве примера, показана зависимость коэффициента сетевой поддержки от ранга узла (для сети, содержащей предприятия 5 различных рангов). Из рис.6 следует вывод, согласующийся с практическим опытом сетевого взаимодействия – чем ниже приоритет узла, тем меньшее стабилизирующее воздействие и помощь ресурсами оказывает ему организационная структура. Для проектирования организационных структур полученные результаты означают,

что наиболее стабильной и предпочтительной структурой является такая сеть, в которой падение коэффициента сетевой поддержки при уменьшении ранга происходит медленно и коэффициент сетевой поддержки является положительным для большинства предприятий. Если при уменьшении ранга происходит резкое падение сетевой поддержки, то такая организационная сеть принципиально невыгодна большинству входящих в неё узлов и предназначена только для обеспечения своей «верхушки» (характерным примером нестабильных сетей с резко падающим коэффициентом сетевой поддержки являются финансовые пирамиды, в которых $\sigma(P_0)$ становится отрицательным уже для узлов третьего-четвертого рангов).

На основе исследования коэффициента сетевой поддержки сформулирован критерий, применимый к практике строительства организационных сетей. Если коэффициент $\sigma(P_j)$ предприятия P_j невелик (или, хуже того, – отрицательный) то пребывание предприятия P_j в организационной сети нецелесообразно и может быть обусловлено лишь специфическими причинами технологического или конъюнктурного характера. При прочих равных условиях, предприятие P_j с низким коэффициентом $\sigma(P_j)$ менее заинтересовано в организационной сети и является «первым кандидатом» на выход из сетевой структуры. При решении задач преобразования и реформирования организационных сетей, подобные предприятия в первую очередь должны получать самостоятельность и выходить в свободное экономико-правовое пространство.

В пятой главе даны практические адаптации общих методик оценки взаимодействия элементов организационных сетей. Прежде всего, эти адаптации направлены на формирование оценок эффективности взаимодействия и привлекательности предприятий с точки зрения интересов железнодорожного транспорта. Разработана схема формирования оценки эффективности взаимодействия на основании практики взаимодействия железных дорог с субъектами экономического окружения.

Исходя из анализа интересов железной дороги и практического опыта ведения взаимодействия, выделено четыре основных группы факторов, обуславливающих привлекательность предприятий:

<u>Базисные</u>	<u>Экспертные</u>
1. Экономические факторы и показатели	3. Организационно-правовые факторы
2. Параметры надежности и устойчивости	4. Сигнальная информация о степени лояльности и доверия

Первые две группы факторов (базисные) носят объективный производственный характер; третья и четвертая группа имеют непроизводственный характер, зависят от организационно правового статуса предприятия, сигнальной информации и экспертных оценок.

Оценка $k_{\text{эфф}}$ эффективности взаимодействия с предприятием P_i формируется на основании консолидированных показателей по каждой из четырех групп факторов в отдельности и представляет собой функционал:

$$k_{\text{эфф}} = F(k_{\text{пр}}, k_{\text{уст}}, k_{\text{орг}}, k_{\text{сигн}}),$$

где: $k_{\text{пр}}$ – коэффициент экономической привлекательности предприятия P_i , соответствующий группе экономических факторов и вычисляемый на основании экономических показателей P_i ; $k_{\text{уст}}$ – коэффициент надежности и устойчивости P_i , вычисляемый на основании статистической информации о предприятии, группы факторов его надежности и методик оценки устойчивости узлов; $k_{\text{орг}}$ – коэффициент, отражающий организационно-правовой статус P_i и юридически-правовой характер отношений между P_i и железной дорогой; $k_{\text{сигн}}$ – коэффициент, вычисляемый на основе математической обработки случайных сигналов и сопутствующей информации о предприятии P_i .

Итоговая оценка эффективности взаимодействия формируется из перечисленных четырёх разнородных показателей с помощью общей методики формирования интегральных цветовых оценок.

Для формирования показателя $k_{\text{пр}}$ экономической привлекательности предприятия с точки зрения интересов железной дороги приняты к рассмотрению следующие факторы и показатели предприятия P_i : эффективность использования основных средств E ; фондоемкость Φ ; доля реализованной продукции D ; рентабельность R ; заемные средства в обороте предприятия S ; инвестиции в развитие W ; заемные средства на развитие K ; загруженность производственных мощностей B ; степень износа основных производственных фондов I ; реализация продукции L ; номенклатура продукции M ; цена продукции C . Следует отметить, что в результате наработки опыта оценки предприятий в соответствии с поставленными производственными задачами, приведенный перечень экономических показателей может быть расширен или сокращен, поскольку общая методика линейных оценочных форм не накладывает никаких ограничений на число оценочных показателей.

Коэффициент $k_{\text{пр}}$ экономической привлекательности предприятия P_i вычисляется с помощью линейной оценочной формы:

$$\begin{aligned}\Omega_{\text{пр}}^{(i)} = & w_1\alpha_1 E_i + w_2\alpha_2 \Phi_i + w_3\alpha_3 \frac{1}{1+10 \cdot (D_i - \beta_{\text{рац}})^2} + w_4\alpha_4 \frac{1}{1+10 \cdot (R_i - \delta_{\text{рац}})^2} + \\ & + w_5\alpha_5 \frac{1}{1+10 \cdot (S_i - \chi_{\text{рац}})^2} + w_6\alpha_6 W_i + w_7\alpha_7 \frac{1}{K_i} + w_8\alpha_8 \frac{1}{1+10 \cdot (B_i - \gamma_{\text{рац}})^2} + \\ & + w_9\alpha_9 \frac{1}{I_i} + w_{10}\alpha_{10} L_i + w_{11}\alpha_{11} \sqrt{M_i} + w_{12}\alpha_{12} \frac{1}{C_i}\end{aligned}$$

где w_1, w_2, \dots, w_{12} – весовые коэффициенты, назначаемые из практических требований проведения оценки; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{12}$ – нормировочные коэффициенты, определяемые, в соответствии с общей методикой линейных оценочных форм, на основании максимальных значений соответствующего экономического показателя для всех предприятий P_1, P_2, \dots, P_n рассматриваемой отрасли:

$$\alpha_1 = \frac{1}{\max\{E_1, E_2, \dots, E_n\}}, \alpha_2 = \frac{1}{\max\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n\}}, \alpha_3 = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{1}{1+10 \cdot (D_i - \beta_{\text{рац}})^2} \right\}}, \dots$$

Величины $\beta_{\text{рац}}, \delta_{\text{рац}}, \chi_{\text{рац}}$ и $\gamma_{\text{рац}}$ имеют следующий экономический смысл: $\beta_{\text{рац}}$ – рациональная доля продукции предприятия, направляемая в железную дорогу по отношению к общему объему реализуемой продукции; $\delta_{\text{рац}}$ – рациональный уровень рентабельности предприятий в данной отрасли; $\chi_{\text{рац}}$ – рациональная доля заемных средств в обороте предприятия в данной отрасли; $\gamma_{\text{рац}}$ – рациональный уровень загруженности производственных мощностей предприятия.

Коэффициент $k_{\text{пр}}$ экономической привлекательности вычисляется сжатием отрезка $[\Omega_{\min}; \Omega_{\max}]$ между наилучшим и наихудшим значениями оценочной формы $\Omega_{\text{пр}}^{(i)}$ по отрасли оцениваемых предприятий в отрезок $[0; 1]$ по формуле:

$$k_{\text{пр}}^{(i)} = 1 - \left(\left| \Omega_{\max} - \Omega_{\text{пр}}^{(i)} \right| / \left| \Omega_{\max} - \Omega_{\min} \right| \right).$$

Коэффициент надежности и устойчивости предприятия P_i определяется как

$$k_{\text{уст}}^{(i)} = \min \{ k_{\text{внут}}^{(i)}, k_{\text{внеш}}^{(i)} \},$$

где $k_{\text{внеш}}^{(i)}$ – коэффициент внешней устойчивости предприятия P_i ; $k_{\text{внут}}^{(i)}$ – коэффициент собственной внутренней устойчивости и организованности предприятия P_i .

Коэффициент внутренней устойчивости вычисляется по формуле $k_{\text{внут}}^{(i)} = 1 - n_i / N$, где n_i – количество нарушений по договорам со стороны предприятия P_i за рассматриваемый период; N_i – общее количество договоров предприятия P_i .

Коэффициент внешней устойчивости $k_{\text{внеш}}^{(i)}$ определяется как математическое ожидание $k_{\text{внеш}}^{(i)} = \mathbf{M}(k_{\text{внеш}}^{(i)}(t))$ случайной величины $k_{\text{внеш}}^{(i)}(t)$ – вероятности невозникновения критических ситуаций на предприятии P_i , вызванных нарушениями договорных отношений со стороны его экономических партнеров при рассматриваемом сценарии t внешних взаимоотношений предприятия P_i . Коэффициент $k_{\text{внеш}}^{(i)}$ вычисляется по формуле

$$k_{\text{внеш}}^{(i)} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N k_{\text{внеш}}^{(i)}(t),$$

где N – объем выборки возможных производственных ситуаций во взаимоотношениях предприятия P_i со своим экономическим окружением. Вычисление величины $k_{\text{внеш}}^{(i)}(t)$ основано на применении классической схемы Бернулли для множества вариантов выполнения договорных обязательств для обеспечения производственного процесса на P_i со стороны его партнеров и осуществляется с помощью серии компьютерных экспериментов.

Коэффициент $k_{\text{орг}}$ организационно-правового статуса предприятия P_i относится к непроизводственным показателям и вычисляется с помощью линейной формы:

$$k_{\text{орг}}^{(i)} = \alpha_1 k_{\text{оп}}^{(i)} + \alpha_2 k_{\text{уу}}^{(i)} + \alpha_3 k_{\text{и}}^{(i)} + \alpha_4 k_{\text{хо}}^{(i)} + \alpha_5 k_{\text{сп}}^{(i)} + \alpha_6 k_{\text{смк}}^{(i)} + \alpha_7 k_{\text{оо}}^{(i)},$$

где $\alpha_1, \dots, \alpha_j, \dots, \alpha_7$ – весовые коэффициенты, $\sum_{j=1}^7 \alpha_j = 1$; $k_{\text{оп}}^{(i)}$ – коэффициент организационно-правовой формы предприятия; $k_{\text{уу}}^{(i)}$ – коэффициент управленческих уровней; $k_{\text{и}}^{(i)}$ – коэффициент, отражающий историю работы P_i с потребителем (МПС, ОАО «РЖД»); $k_{\text{хо}}^{(i)}$ – коэффициент, отражающий наличие холдинговых отношений; $k_{\text{сп}}^{(i)}$ – отношение предприятия к сертификации продукции; $k_{\text{смк}}^{(i)}$ – наличие на предприятии системы менеджмента качества; $k_{\text{оо}}^{(i)}$ – коэффициент, отражающий участие предприятия P_i в объединениях, союзах, некоммерческих партнерствах, проектах.

Необходимость использования при оценке предприятий второго непроизводственного показателя – сигнального коэффициента $k_{\text{сигн}}^i$ степени доверия к предприятию (рискованности взаимодействия и достоверности информации) вызвана тем, что на практике нередки ситуации, когда на фоне высоких базисных показателей предприятие вызывает сомнения по каким-то косвенным признакам.

В работе предложен пример универсального набора из 31 сигнального признака деятельности предприятия. Отметим, что конкретный состав универсального набора должен определяться целью сравнения, отраслевой принадлежностью сравниваемых хозяйствующих субъектов, экономической конъюнктурой и др. Для оценки предприятий, словесное описание каждого сигнального признака сопоставляется конкретному числовому значению на специальной балльной шкале. Для всех сигнальных признаков ис-

пользована шкала оценок в диапазоне от -2 до $+2$, которая идентична привычной пяти-балльной, но реже искажается завышением.

Примеры сигнальных признаков: внешнеэкономическая деятельность, публичность руководителей, восприятие организации обществом, удовлетворенность персонала, наличие инцидентов на предприятии и др. Значение коэффициента $\tilde{k}_{\text{сигн.}}^i$ для предприятия P_i есть среднее значение баллов по всем признакам:

$$\tilde{k}_{\text{сигн.}}^i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n s_j^i,$$

где s_j^i – значения балльной оценки по признаку; j – порядковый номер признака. Коэффициент $\tilde{k}_{\text{сигн.}}^i$ переводится из отрезка $[-2; 2]$ в отрезок $[0; 1]$ отображением:

$$k_{\text{сигн.}}^i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{s_j^i + 2}{4} = \frac{2n + s_1^i + s_2^i + \dots + s_n^i}{4n}.$$

Практически собирать значения всех 31 универсальных признаков не всегда представляется возможным, да и не нужно. Ясно, что получив первые сведения, мы узнаём о предприятии P_i новую информацию, а при поступлении дополнительных сведений к уже имеющимся, наше представление о предприятии разве лишь корректируется. В работе такое интуитивное понимание математически обосновано и показано, что не снижая практической точности расчетов ($3 \div 5\%$), достаточно определять $k_{\text{сигн.}}^i$ по каким-нибудь 12–15 универсальным признакам из общего списка, т.е. производить оценку по имеющейся информации о предприятии и не тратить время и ресурсы на дополнительный сбор сведений об оцениваемом объекте.

В шестой главе проведено практическое вычисление, исследование и верификация предложенных оценок элементов организационных сетей. На примере двух реально функционирующих предприятий P_1 и P_2 , производящих железобетонные изделия и конструкции, продемонстрирована возможность практического вычисления совокупности $\{k_{\text{пр}}, k_{\text{уст}}, k_{\text{орг}}, k_{\text{сигн.}}\}$ оценочных показателей элементов организационных сетей.

Для рассматриваемых предприятий P_1 и P_2 получены абсолютные оценки экономической привлекательности (степени соответствия идеальным стандартам данной отрасли) $k_{\text{пр}}^{(1)} = 0,8746$, $k_{\text{пр}}^{(2)} = 0,1241$; и оценки их устойчивости $k_{\text{уст}}^{(1)} = 0,8333$, $k_{\text{уст}}^{(2)} = 0,7965$. С помощью компьютерных экспериментов в общем виде исследованы зависимости показателей устойчивости и экономической привлекательности предприятий от различных групп оценочных факторов и составлен атлас графиков этих зависимостей. Примеры выявленных зависимостей показаны на рис.7.

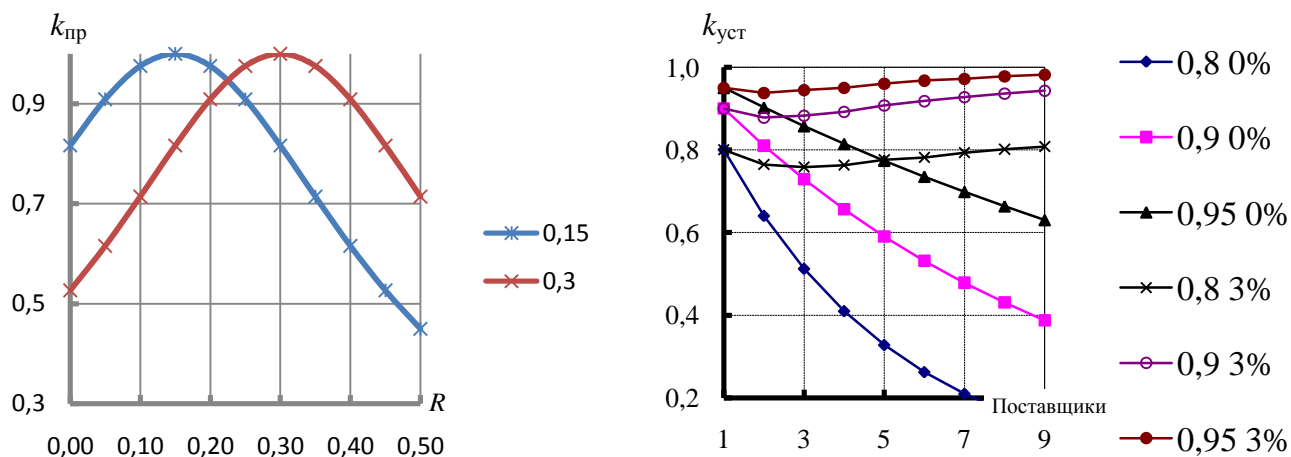


Рис. 7.а) Зависимость экономической привлекательности $k_{пр}$ от уровня рентабельности R (при оптимальном для отрасли уровне 0,3 и 0,15). б) Зависимость устойчивости $k_{уст}$ предприятия от количества его поставщиков (без резерва поставок и при возможном резерве поставок в 3 %).

Исследование общих зависимостей фундаментальных показателей позволило оценить влияние на итоговые оценки различных групп факторов и сделать важные практические выводы. Так, например, рис.7а) выявляет негативное влияние отклонения в ту или иную сторону уровня рентабельности предприятия от оптимального для данной отрасли уровня. При проведении оценок это позволяет выявлять как предприятия с недостаточным уровнем рентабельности (что свидетельствует о неэффективности таких предприятий), так и предприятия с завышенным уровнем рентабельности (что свидетельствует, например, о неоправданно завышенной цене на продукцию этого предприятия).

Рис.7б) показывает, что стабилизация устойчивости предприятия, использующего в производственном цикле ресурсы со стороны нескольких поставщиков, может быть достигнута проведением взвешенной контрактной политики – выбором устойчиво работающих поставщиков и обязательного наличия (пусть даже незначительного) оговоренного в контрактах резерва поставок ресурсов.

Для рассматриваемых предприятий P_1 и P_2 получены оценки организационно-правового статуса $k_{орг}^{(1)} = 0,6445$, $k_{орг}^{(2)} = 0,6010$; и сигнальные показатели $k_{сигн}^{(1)} = 0,8709$, $k_{сигн}^{(2)} = 0,7955$. С помощью компьютерных экспериментов в общем виде исследованы зависимости показателя организационно-правового статуса и сигнального показателя предприятия от различных групп оценочных факторов и составлены графики этих зависимостей. Примеры выявленных зависимостей показаны на рис.8.

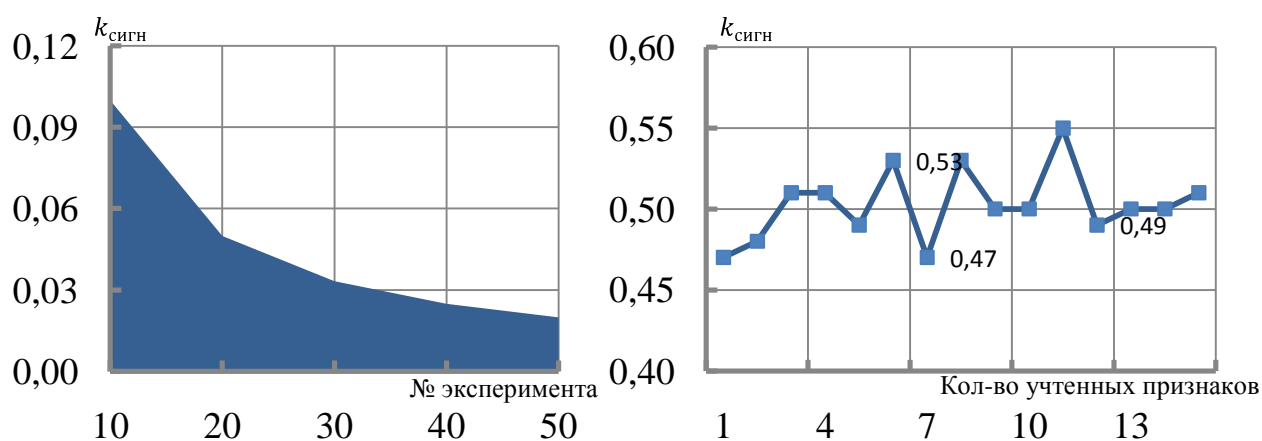


Рис. 8. а) Влияние учета очередного признака на значение сигнального коэффициента, %.
б) Влияние добавленных вымышленных оценок (по 5 признакам) на значение сигнального показателя, изначально равного $k_{\text{сигн}}=0,5$.

Исследование общих зависимостей непроизводственных показателей позволило оценить влияние на итоговые оценки различных групп факторов и сделать важные практические выводы. Так, например, рис.8а) показывает высокую продуктивность предложенной методики (при проведении практических оценок вполне можно ограничиваться вычислением сигнального показателя лишь по каким-нибудь 15-18 признакам). Известно, что на практике для придания солидности проделанной работы и значимости полученных результатов может иметь место добавление случайных оценок по фактически непроверенным признакам. Рис.8б) показывает достаточную стойкость методики к случайным незлонамеренным искажениям данных со стороны исполнителя – случайные искажения не оказывают существенного (более 5%) влияния на значение сигнального показателя.

Показана практическая выполнимость сведения в интегральную цветовую оценку четырех разнородных оценочных показателей и ранжирования оцениваемых объектов. Оцениваемым предприятиям P_1 и P_2 , имеющим значения четырех оценочных показателей $P_1(0,8746; 0,6445; 0,8333; 0,8709); P_2(0,1241; 0,6010; 0,7965; 0,7955)$, сопоставляются точки четырехмерного пространства, лежащие в единичном градиентно-раскрашенном кубе $E_4 \subset \mathbf{R}^4$. Для практического определения цветовой оценки применялась радиально-градиентная раскраска куба, дающая цветовую характеристику точки по формуле:

$$s = \frac{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}}{\sqrt{n}},$$

где: s – соотношение зеленого и красного цветов в палитре RGB, x_i – координаты точки в единичном кубе (значения оценочных показателей предприятия); n – размерность куба и \sqrt{n} – длина его большой диагонали, в нашем случае $n = 4$. Для предприятий P_1 и P_2 указанная формула дает $s_1=0,7893$; $s_2=0,5821$. Для ранжирования предприятий и визуализа-

ции полученных оценок, удобно рассмотреть цилиндрическое сечение градиентно-раскрашенного единичного куба и расположение предприятий в нем (рис.9).

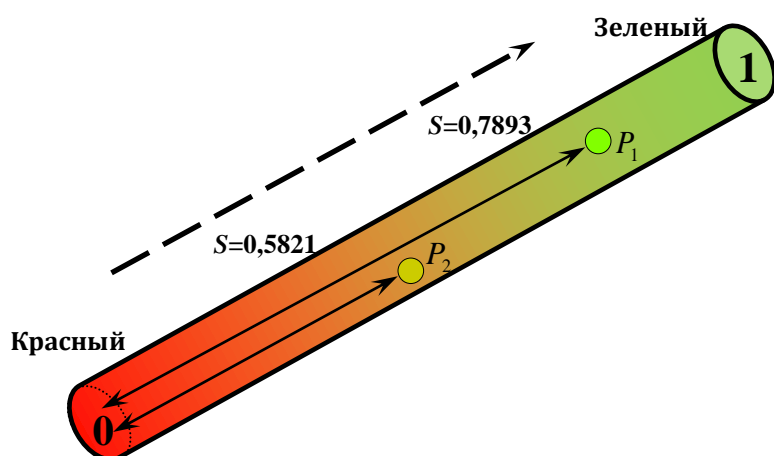


Рис. 9. Цилиндрическое сечение градиентно-раскрашенного куба вдоль главной диагонали и расположение предприятий P_1 и P_2 .

исследования цветowych оценок, проведенных в работе, можно утверждать, что все разработанные оценочные функционалы и методики их определения соответствуют реальным практическим представлениям о влиянии различных факторов на привлекательность хозяйствующего субъекта. Цветовые оценки проверены и подтверждены численными экспериментами, что обосновывает возможность получать оценки предприятий с учетом разных сторон их производственно-хозяйственной деятельности и ранжировать их по степени привлекательности для железной дороги.

Далее в главе 6 проведена адаптация методики линейных оценочных форм для оценки привлекательности произвольных фрагментов организационных сетей и целых хозяйствующих комплексов. На примере оценки и ранжирования регионов России с точки зрения интересов железной дороги продемонстрирована возможность получения абсолютных оценок привлекательности и ранжирования хозяйствующих комплексов. Это решает задачу разработки технической методики оценки и ранжирования регионов России для ОАО «РЖД», направленной на выработку долгосрочной, взаимовыгодной и оптимальной политики взаимодействия компании ОАО «РЖД» с регионами и территориями России.

На основе реальных статистических данных получены абсолютные оценки привлекательности регионов России и выполнено их ранжирование. В качестве учитываемых оценочных параметров региона R_i выбраны: $x_1^{(i)}$ – тонны погрузки в регионе (тонн/год); $x_2^{(i)}$ – тонны выгрузки в регионе (тонн/год); $x_3^{(i)}$ – доходная часть бюджета региона или муниципального образования (руб./год); $x_4^{(i)}$ – развернутая длина железной дороги на территории региона (км); $x_5^{(i)}$ – численность населения региона (человек). Список параметров региона выбран в работе исключительно в целях демонстрации возможности адаптации методики. При проведении практических оценок для решения кон-

Величина s указывает расстояние предприятия от нулевой отметки (красной зоны) в зеленую сторону. Цветовой оттенок предприятия P_1 оказался ближе к зеленому, что означает большую привлекательность P_1 для железной дороги.

На основе общего

кретной производственной задачи, этот список может быть существенно расширен, изменен и дополнен. Оценка региона вычисляется с помощью линейной формы:

$$\Omega^{(i)} = \frac{1}{211070} w_1 x_1^{(i)} + \frac{1}{89282} w_2 x_2^{(i)} + \frac{1}{244323006} w_3 x_3^{(i)} + \frac{1}{3534} w_4 x_4^{(i)} + \frac{1}{10126424} w_5 x_5^{(i)},$$

нормировочные коэффициенты которой определены на основании реальных статистических данных как обратные величины к соответствующим наилучшим показателям по всем регионам России. Весовые коэффициенты w_1, w_2, \dots, w_5 отражают значимость соответствующего фактора в оценке привлекательности региона.

Этим показано, что методика линейных оценочных форм адаптируема для проведения оценок хозяйствующих комплексов и дает уникальную возможность получения абсолютных оценок и ранжирования территорий по отношению к максимально возможному на настоящий момент гипотетическому уровню, определяемому состоянием экономики страны. Преимуществами методики являются простота в использовании, наглядность, значительная скорость обработки исходных данных, легкость настройки на нужное направление оценки и широта областей применимости.

В седьмой главе сводятся в единую практическую методику расчета и построения холдинговой сети компании «Российские железные дороги» все теоретические результаты, полученные в диссертации. Предложенная методика позволяет поэтапно выстраивать организационную сеть компании ОАО «РЖД», находить наиболее рациональные конфигурации фрагментов сети, удовлетворяющие стоящим практическим требованиям. Методика базируется на теоретических принципах развития и построения организационных сетей (принципе наименьшего действия) и методиках получения оценок различных факторов, влияющих на формирование организационной сети холдинга и участвующих в определении «цены» и целесообразности построения сетевой структуры.

Задача расчета организационной сети компании ОАО «РЖД» многофакторна и трудоемка с вычислительной точки зрения. Разработанные в главах 2,4,5,6 методики и оценочные функционалы, в совокупности с модельными представлениями, позволяют вычленять из крупной сети фрагменты для отдельных вычислений и рассчитывать сеть поэтапно. На рис. 10 представлена расчетная схема выделенного этапа построения холдинговой сети компании ОАО «РЖД».

В первом блоке текущее состояние организационной сети ОАО «РЖД» принимается в качестве исходного. Практические потребности формулируют задачи построения организационной сети. Во втором блоке происходит определение множества предприятий, которые потенциально могут войти в сеть. Параллельно, на основании практических задач, определяются критерии качества выстраиваемой сети и набор оценочных параметров предприятий. Требованиями, предъявляемыми к будущей сети, выступают формализованные в главах 2,4,5,6 диссертационной работы: надежность и устойчивость, прочность по отношению к внешним разрушающим воздействиям, экономическая привлекательность, краткосрочная или долгосрочная доходность, скорость построения сети

и т.д. Из выбранных оценочных показателей формируется функционал действия, определенный в гл.3 – «цена» этапа построения сети и предполагаемая «выгода» от построения.

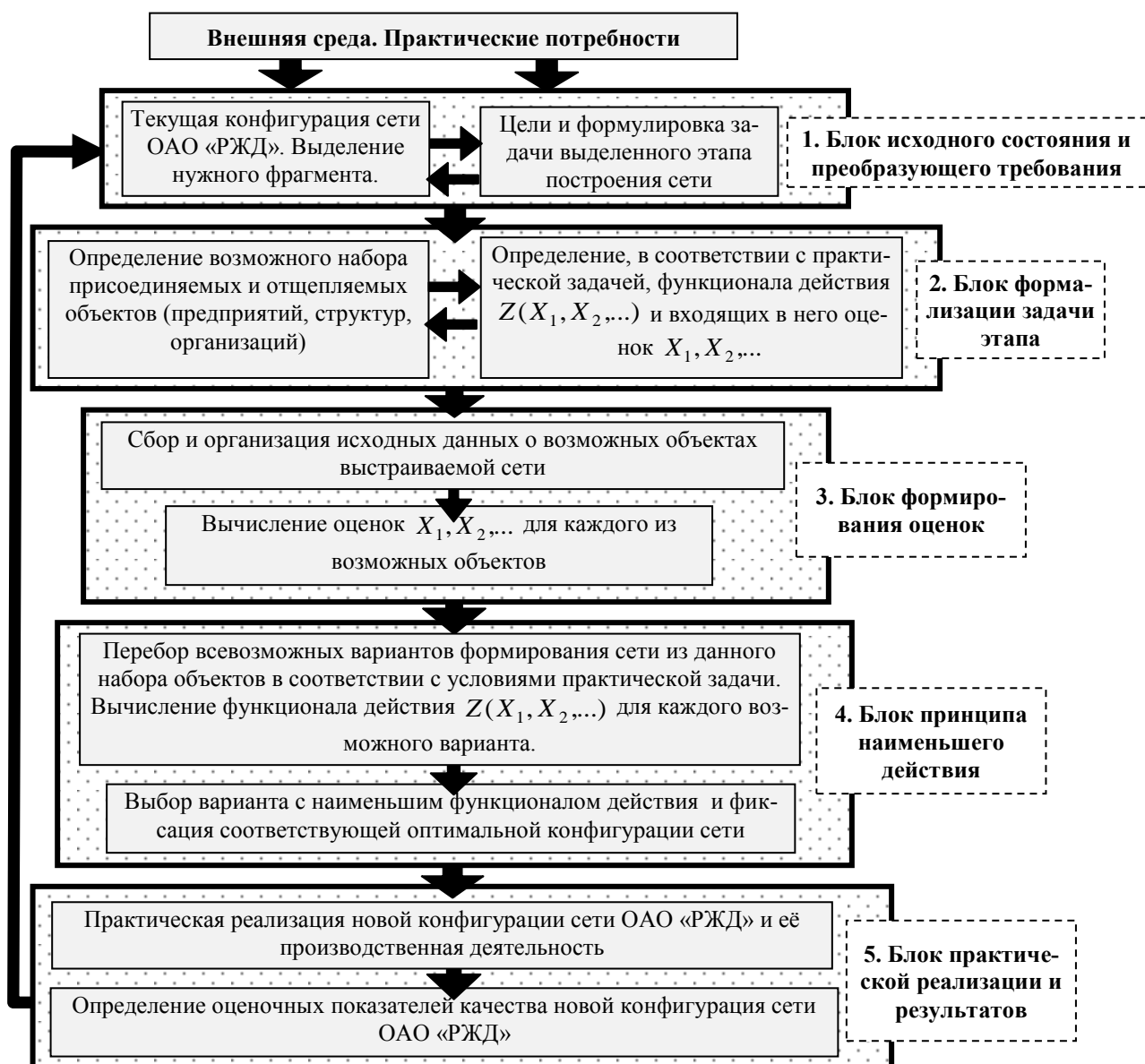


Рис. 10. Расчетная схема этапа построения организационной сети компании ОАО «РЖД»

В третьем блоке вычисляются оценочные функционалы для всех потенциально возможных элементов будущей сети, требуемые для вычисления функционала действия для каждой возможной сетевой конфигурации. В четвертом блоке осуществляется компьютерный перебор всех потенциально возможных конфигураций сети и перебор различных вариантов распределения ресурсных потоков с помощью специально разработанной компьютерной системы. Для каждой возможной конфигурации вычисляется функционал действия $Z(T)$ и выбирается преобразование сети, для которого действие минимально $Z(T) \rightarrow \min$. Согласно принципу наименьшего действия (гл.3) полученная конфигурация принимается как результат расчета, она наиболее целесообразна для

практической реализации. В пятом блоке происходит практическая реализация найденной конфигурации сети – установление организационных связей, заключение договоров, отладка сети и производственных циклов.

После реализации расчетной схемы происходит возврат к исходной точке – формулируются новые задачи развития и преобразования холдинговой сети ОАО «РЖД», что влечет повторение всего цикла расчета. Таким образом, методика позволяет поэтапно выстраивать организационную сеть в соответствии со стоящими практическими задачами и оценками. Заложенный в основу методики принцип наименьшего действия обеспечивает оптимальность и адекватность получаемых сетевых конфигураций поставленным практическим задачам.

В качестве примера реализации предложенной расчетной схемы выполнен расчет фрагмента холдинговой сети для устойчивого обеспечения Свердловской железной дороги (филиала ОАО «РЖД») железобетонными шпалами.

На территории субъектов Российской Федерации, где находится Свердловская железная дорога, функционируют более 90 организаций, осуществляющие производство и/или поставку железобетонных изделий. Для сокращения перебора потенциальных партнеров применен комбинированный территориально-отраслевой подход расчета холдинговой сети и выявлено, что условиям поставленной задачи удовлетворяют 6 организаций {А, Б, В, Г, Д, Е}, которые могут осуществить поставку железобетонных шпал и находятся на территории Свердловской, Пермской и Тюменской областей.

В соответствии с интересами Свердловской железной дороги (устойчивое и надежное обеспечение железобетонной шпалой, экономическая привлекательность партнеров, устойчивость выстраиваемой сети, приемлемая стоимость и незначительные временные затраты на установление организационных связей) функционал действия был принят равным:

$$Z = \sum_{\text{по всем образуемым организационным связям}} (E_{\text{демпф.}}^{(i)} \cdot \Delta t^{(i)} - (a_1 k_{\text{пр.}}^{(i)} + a_2 k_{\text{уст.}}^{(i)} + a_3 k_{\text{орг.}}^{(i)}))$$

где: $E_{\text{демпф.}}^{(i)}$ – затраты на установление организационной связи с i -м предприятием-поставщиком; $k_{\text{пр.}}^{(i)}, k_{\text{уст.}}^{(i)}, k_{\text{орг.}}^{(i)}$ – консолидированные показатели экономической привлекательности, устойчивости и организационно-правового статуса i -го предприятия соответственно; a_1, a_2, a_3 – весовые коэффициенты значимости факторов экономической привлекательности, устойчивости и организационно-правового статуса соответственно; $\Delta t^{(i)}$ – временные затраты на установление организационной связи с i -м предприятием. Вычисления оценок проводились сразу по всей группе предприятий {А, Б, В, Г, Д, Е} с помощью специально разработанной компьютерной системы «Метрика» на основе методик, разработанных в гл.2, 4, 5. Окно результатов и визуализация полученных оценок на цветовых зонах приемлемости показаны на рис. 11. Для нахождения конфигурации сети, удовлетворяющей условиям задачи, с помощью специально разработанной компьютерной системы «Действие» производился перебор всех возможных конфигураций

сети и возможных вариантов распределений поставок между потенциальными поставщиками. На рис.12 приведено окно программы «Действие» с итоговой конфигурацией сети.

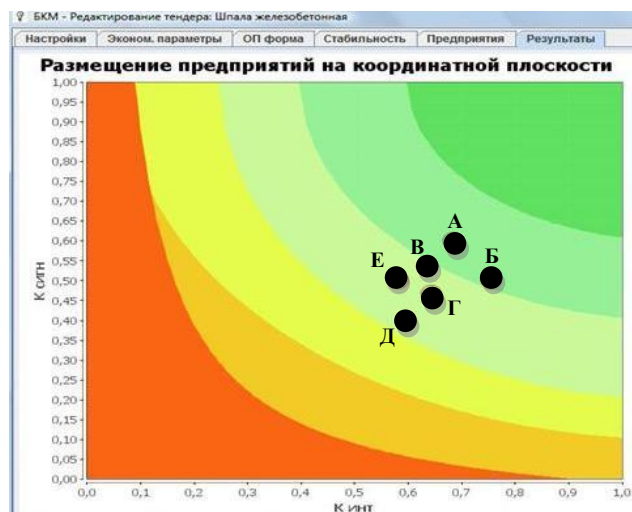


Рис. 11. Результаты оценок группы предприятий {А, Б, В, Г, Д, Е} и визуализация полученных оценок.

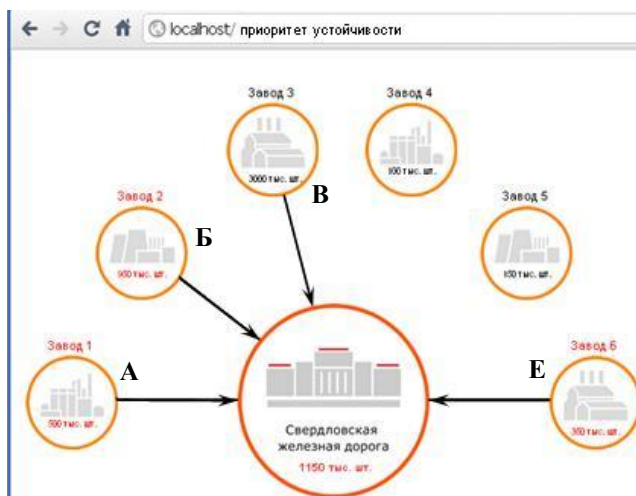


Рис. 12. Итоговая конфигурация сети

Результаты расчета сети и соответствующие распределения поставок приведены в таблице 2. Следует отметить, что в зависимости от выдвигаемых железной дорогой требований (коэффициентов a_1, a_2, a_3), могут получаться разные итоговые конфигурации организационной сети с различным распределением объемов поставок между предприятиями.

Таблица 2
Распределение объемов поставок шпал

Предприятия	А	Б	В	Е
Объем поставок (тыс. шт.)	250	470	310	120
Оговоренное в контракте возможное увеличение объема поставок	4%	5%	4%	5%

Устойчивость полученной сети вычислена с помощью методики, описанной в гл.4 и гл. 5 и составляет 90,7%. В результате расчета по предложенной методике, получена конфигурация сетевой структуры, обеспечивающая Свердловскую железную дорогу поставками железобетонных шпал и имеющая устойчивость, заведомо превосходящую среднестатистическую надежность поставок за предыдущие годы (66%). Усредненный эффект $R_{\text{шпал.}}$ недопущения убытков от возрастания устойчивости поставок может быть описан неравенством

$$R_{\text{шпал.}} \geq \frac{66}{90,7} U_{\text{шпал.}}$$

где: $U_{\text{шпал.}}$ – величина убытков Свердловской железной дороги от срывов поставок шпал за последние три года.

Таким образом, предложенная расчетная схема позволяет эффективно выстраивать наиболее оптимальные конфигурации холдинговых сетей и для найденных конфигураций определять наиболее оптимальные распределения сетевых потоков (поставок ресурсов) и объемы стабилизирующих резервов. Методика расчета организационных сетей адаптирована к практическим задачам, стоящим перед железнодорожным транспортом. Применение предложенной методики позволяет существенно снизить затраты на построение организационной сети, повысить её эффективность и надежность. Методика позволяет количественно оценить рост надежности выстраиваемых холдинговых сетей и экономическую эффективность для компании ОАО «РЖД».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований достигнуты все цели диссертационной работы и получены следующие основные выводы и рекомендации.

1. Сформированы концепция моделирования сетевого взаимодействия и общие требования к моделям взаимодействия. Любая модель процессов взаимодействия может рассматриваться как приемлемая с научной и практической точки зрения только в случае, если она удовлетворяет сформулированному ряду условий. На основе категориального подхода вскрыта взаимосвязь различных типов моделей как последовательных ступеней синтеза модельных представлений, показано их соответствие поставленным исследовательским задачам и адекватность рассматриваемым явлениям.

2. Модели сетевых структур обобщены на языке теории алгебраических систем – многоосновных мультиоператорных сетей, которые позволяют отражать как внутренние параметры и характеристики сети, так и внешние воздействия. Универсальный динамический подход к представлению сетевых структур предложен в научной литературе впервые.

На основе представления организационных структур как мультиоператорных сетей введены и обобщены группы геометрических характеристик организационных сетей. Предложен принципиально новый метод представления организационных сетей – метод кортежей, обладающий, наглядностью и алгоритмической простотой. Доказана полнота метода кортежей, чем полностью решена задача об определяемости градуированных сетей наборами своих геометрических характеристик.

3. Решена задача определения конструктивной прочности произвольных сетей, их устойчивости на разрыв при случайных внешних воздействиях. Введены характеристики геометрической прочности сетей, разработаны практические алгоритмы их вычисления и проведены компьютерные эксперименты, на основании которых удалось обнаружить фундаментальные закономерности в процессах разрушения сетей. Сформулирован практически важный вывод – при проектировании и строительстве сетевых структур, для достижения их прочности необходимо добиваться выполнения ус-

ловий регулярности и превосходства общей длины связей сети над численным значением площади.

4. Введено понятие экономико-правового пространства и предложен принципиально новый динамический подход к представлению процессов формирования и функционирования организационных сетей, вскрывающий единство процессов образования, роста и распада, происходящих вследствие действия противоположных тенденций. Подход позволил дать сетевым процессам количественные оценки и сформулировать критерии образования роста и распада организационных сетей, позволяющие решать задачи оптимального устройства, надежности и эффективности организационных сетей.

Для объяснения процессов развития организационных сетей предложен принцип наименьшего действия и дана его общая математическая формализация. С помощью принципа наименьшего действия удалось объяснить качественную картину процессов преобразования организационных сетей, их итоговую форму. Принцип дает математический аппарат для решения важнейших практических задач прогнозирования и оптимизации организационных сетей. Использование принципа позволяет определять наилучшие пути преобразования организационных структур компаний, обосновывать их целесообразность, отыскивать наилучшие пути взаимодействия с экономическим окружением, снижать затраты на формирование и реорганизацию организационных сетей.

5. Решены задачи формирования оценок элементов организационных сетей. Методики формирования функционалов сил взаимодействия между хозяйствующими субъектами позволяет сводить произвольное множество разнородных показателей в интегральную цветовую оценку, визуализировать полученные результаты и сравнивать их между собой. Методика имеет важное практическое значение, поскольку даёт практический алгоритм оценки хозяйствующих субъектов по степени их организационной и экономической привлекательности, легко адаптируется и предусматривает возможность настройки применительно к конкретным практическим случаям организационно-экономического взаимодействия предприятий железнодорожного транспорта.

6. Метод формирования сравнительных и абсолютных оценок привлекательности элементов организационных сетей с помощью линейных оценочных форм является универсальным. Он позволяет учитывать произвольное количество оцениваемых факторов и обладает возможностью настройки и адаптации к конкретным практическим задачам оценки, выбора направления оценки хозяйствующих субъектов в интересах железнодорожного транспорта. Решены проблемы обоснованного и практически пригодного выбора нормировочных коэффициентов, получения абсолютных оценок элементов организационной сети по отношению к стандартам развития рассматриваемой отрасли.

7. Важным шагом в развитии теории сетевого взаимодействия явился анализ процессов перераспределения ресурсов в градуированных сетях, на основании которого сформированы практически значимые показатели сетевой устойчивости и сетевой поддержки элементов организационных сетей на железнодорожном транспорте. Сформулирован критерий целесообразности вхождения предприятия в структуру сети для выра-

ботки политики взаимодействия хозяйствующих субъектов, для оптимизации архитектуры организационной сети.

8. Предложена практическая схема формирования оценок привлекательности предприятий для железнодорожного транспорта на основании четырех основных групп факторов – экономических, параметров устойчивости, организационно-правовых и сигнальных. Каждой группе факторов сопоставлен соответствующий консолидированный показатель. Для каждого консолидированного показателя предложена методика его определения. Окончательная оценка эффективности взаимодействия и привлекательности узлов организационных сетей формируется сведением указанных четырех консолидированных показателей в интегральную цветовую оценку.

Методика оценки привлекательности предприятий позволяет значительно ускорить и упростить процедуру конкурсных отборов, обосновать принятие управленческих решений по взаимодействию ОАО «РЖД» и её филиалов с экономическим окружением.

9. Методика линейных оценочных форм адаптирована для оценок хозяйствующих комплексов и регионов России с точки зрения интересов компании ОАО «РЖД». Это дало решение стоявшей задачи оценки и ранжирования субъектов РФ. Полученные результаты необходимы для обоснованного и эффективного выстраивания политики взаимодействия компании ОАО «РЖД» с субъектами Российской Федерации.

10. Методика расчета организационной сети компании ОАО «РЖД» решает задачу обоснованного расчета и рационального построения организационных сетей на железнодорожном транспорте. Она позволяет выстраивать организационную сеть в соответствии со стоящими практическими задачами и множеством учитываемых оценочных факторов. Заложенный в её основу принцип наименьшего действия обеспечивает оптимальность и адекватность получаемых сетевых конфигураций поставленным практическим задачам.

11. Расчетная схема построения организационных сетей органично объединяет в себе (в качестве последовательных составных частей) все теоретические разработки и практические методики диссертационной работы. Расчетная схема показывает место каждой теоретической разработки в решении общей практической задачи – создании механизма расчета и построения организационной сети компании ОАО «РЖД». Полученные результаты позволяют выстраивать устойчивые организационные сети и оценивать их важнейшие показатели качества – устойчивость и экономическую эффективность. Пример расчета устойчивой сети поставок железобетонной шпалы на Свердловскую железную дорогу показывает адекватность и применимость разработанной методики, его внедрение в полтора раза повышает устойчивость и экономическую эффективность рассмотренного фрагмента сети для компании ОАО «РЖД».

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Сизый С.В. Анализ выразительных возможностей методики формирования коэффициентов состоятельности регионов. /Сай В.М., Сизый С.В., Шутюк С.В. // Транспорт, наука, техника, управление. – 2006. – № 11. – С. 7–12. **(по перечню ВАК)**

2. Сизый С.В. Организационные структуры как мультиоператорные сети. Задачи прочности и устойчивости. / Сай В.М., Сизый С.В. // Транспорт Урала. 2009. № 2 (21). С. 5–9. ISSN 1815–9400. **(по перечню ВАК)**

3. Сизый С.В. Формирование и визуализация интегральной оценки взаимодействия узлов мультиоператорных организационных сетей. /Сизый С.В., Фомин В.К. // Транспорт Урала. 2009. № 4 (23). С. 16–20. ISSN 1815–9400. **(по перечню ВАК)**

4. Сизый С.В. Оценки предприятий взаимодействующих с железной дорогой./Сай В.М., Сизый С.В., Фомин В.К. // Экономика железных дорог. 2010. №1. С.34 – 41. ISSN 1727-6500. **(по перечню ВАК)**

5. Сизый С.В. Модель образования и распада организационных сетей в экономико-правовом пространстве // Транспорт, наука, техника, управление. – 2010. – № 3. – С. 12–15. **(по перечню ВАК)**

6. Сизый С. В. Траектории развития организационных сетей. Принцип наименьшего действия // Транспорт, наука, техника, управление. – 2010. – № 5.– С. 10–14. **(по перечню ВАК)**

7.Сизый С. В. Согласование программ развития ОАО «РЖД» с региональными программами развития транспортной инфраструктуры. /Сай В.М., Сизый С. В., Афанасьева Н. А.//Транспорт Урала. 2010. № 1 (24). С. 13–17. ISSN 1815–9400. **(по перечню ВАК)**

8. Сизый С. В. Определение привлекательности и ранжирование регионов России с точки зрения интересов компании ОАО «РЖД» с помощью методики линейных оценочных форм // Экономика железных дорог. 2010, №8. – С.20–33. ISSN 1727-6500. **(по перечню ВАК)**

9. Сизый С. В. Геометрические характеристики организационных сетей. /Сай В. М., Сизый С. В. //Мир транспорта. 2010, № 4 (32). – С. 10–17. ISSN 1992–3252. **(по перечню ВАК)**

10. Сизый С. В. Геометрическая прочность сетей. Признаки и показатели надежности сетевых структур. /Сизый С. В., Маевский В.В.// Транспорт, наука, техника, управление. – 2010. – № 11. – С.13–20. **(по перечню ВАК)**

11. Сизый С. В. Устойчивость и стабильность предприятий в организационных сетях //Вестник РГУПС, – 2010, – №3, – С.122–127. ISSN 0201-7272. **(по перечню ВАК)**

12.Сизый С. В. Доверительная оценка предприятий и выработка управленческих решений по взаимодействию с поставщиками продукции и услуг для хозяйствующих подразделений железнодорожного транспорта/ Сизый С. В., Сай В. М., Фомин В. К.// Санкт-Петербург. Известия ПГУПС, – 2011, – №2, – С. 7–16. **(по перечню ВАК)**

13.Сизый С.В. Методика расчета организационной сети холдинговой компании ОАО «РЖД»//Транспорт, наука, техника, управление. – 2011. – № 7.– С.6–11. **(по перечню ВАК)**

14. Сизый С. В. Расчет и построение фрагмента организационной сети компании ОАО «РЖД»// Транспорт Урала. – 2011. – № 2 (29),– С.13–21. ISSN 1815–9400 **(по перечню ВАК)**

15. Сизый С. В. Имитационная модель контейнерного терминала – элемента региональной транспортно-логистической сети/ Югова Д.И., Сизый С. В., Сай В. М.// Транспорт Урала. – 2011. – № 2 (29),– С.26–32.ISSN 1815–9400 (по перечню ВАК)
16. Сизый С. В. «Образование, функционирование и распад организационных сетей». /Сай В. М., Сизый С. В. //Научная монография. – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 368 с., ил.
- 17.Сизый С. В. «Интеллектуальная система определения состояния безопасности хозяйствующего субъекта. Версия 1» . Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009616769 , дата регистрации 07.12.2009. Авторы: Сизый С. В., Вихарев С. В.
18. Сизый С.В. Оценки экономической привлекательности предприятий с использованием линейных форм. /Сизый С.В., Фомин В.К. // Вестник УрГУПС, 2009. № 3-4. С. 33–41. ISSN 2079-0392.
19. Сизый С.В. Организационные процессы в сетях с разделенными интересами: актуальность, постановка задачи, план исследования. /Щичко А.В., Вихарев С.В., Сизый С.В.//Вестник УрГУПС, 2009. № 1-2. С. 34–42.
20. Сизый С. В. Равновесные состояния в организационных сетях. Критерий стабилизации экономического взаимодействия. /Сизый С. В., Афанасьева Н. А.//Вестник УрГУПС, 2009. № 3-4. С. 92–98. ISSN 2079-0392.
21. Сизый С. В. Сетевая поддержка предприятий в градуированных организационных сетях// Вестник УрГУПС, 2010. № 1. С. 12–25.ISSN 2079-0392.
22. Сизый С.В. О группах движений кривых на многообразиях. /Сизый С.В., Рогозинников Е.А.//Вестник УрГУПС, 2010. – № 2. С. 47–56.ISSN 2079-0392.
23. Сизый С. В. Об определяемости градуированных сетей//Вестник УрГУПС, 2010. № 3(7), – С. 56–63.ISSN 2079-0392.
- 24.Сизый С.В. Математическая модель региональной планетарной структуры управления железнодорожным транспортом. / Сай В.М., Сизый С.В. // В сб. тр. Фундаментальные и прикладные исследования транспорту. МПС РФ, УрГУПС, – Екатеринбург- 2002, вып. 20 (102), – с. 372–391.
25. Сизый С.В. Формирование коэффициентов привлекательности хозяйствующих субъектов. /Сизый С.В., Фомин В.К., Вихарев С.В. // Развитие систем управления перевозочным процессом и транспортной логистики: Сб.научн. трудов под ред. С.А.Плахотича. / Екатеринбург, Изд-во УрГУПС, 2009, Вып. 73 (156). С. 165 – 180.
26. Сизый С.В. Формирование показателя устойчивости хозяйствующих субъектов взаимодействующих с железной дорогой./Сай В.М., Сизый С.В., Фомин В.К., Вихарев С.В.// Проблемы организации производства и региональной логистики: сб. науч. тр./под ред. В.М. Самуйлова. – Екатеринбург: УрГУПС, 2009.–Вып.74(157).-212 с. стр. 155-165.
- 27.Сизый С. В. Принципиальная возможность дискретного сетевого моделирования непрерывных процессов в газотранспортной системе/ Сизый С.В., Вихарев С.В.//УрГУПС. – Екатеринбург, 2010. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 28.09.2010 №543-B2010.
- 28.Сизый С. В. Анализ процессов перераспределения ресурсов в градуированных организационных сетях. УрГУПС. – Екатеринбург, 2010. – 23 с. – Деп. в ВИНТИ 28.09.2010 №544-B2010.
- 29.Сизый С. В. Динамически стабильные взаимодействия в организационных сетях. УрГУПС. – Екатеринбург, 2010. – 14 с. – Деп. в ВИНТИ 28.09.10№545-B2010.
30. Сизый С. В. Методика оценки и выработки управленческих решений по взаимодействию железной дороги с поставщиками продукции и услуг на основе критериев

безопасности перевозочного процесса/ Научн.-практ. конф. «Безопасность движения поездов», – Москва, МИИТ, 21-22 октября, 2010, I–11.

31. Сизый С. В. Исследование прочности и устойчивости транспортных сетей при случайных разрывах сетевых связей/ III Всероссийская научн.-практ.конф. «Наука и образование транспорту», – Самара, СамГУПС, 11-12 ноября 2010.

32.Сизый С. В. Стабилизация экономического взаимодействия хозяйствующих субъектов в структуре организационной сети/ Международная научно-практическая конференция «Экономика и управление: проблемы и перспективы развития», – Волгоград, Региональный центр социально-экономических и политических исследований, 15-16 ноября 2010 г. Сб.научн. статей по итогам конф., Ч.1, С.168–170.

33.Сизый С. В. Методика оценки привлекательности предприятий/ IX Международная конференция «Инновационные процессы в управлении предприятиями и организациями», – Пенза, ПДЗ-110-90, ноябрь 2010 г.

34. Сизый С. В. Цветовая оценка предприятий и генерация управленческих решений по взаимодействию железной дороги с поставщиками продукции и услуг на основе критериев безопасности перевозочного процесса /Международная научно-техническая конференция «Инновации для транспорта», Омск, ОмГУПС, 15-16 декабря 2010 г.

35. Сизый С.В. Автоматизированная система оценки предприятий и генерации управленческих решений по взаимодействию с поставщиками продукции и услуг для организации перевозочного процесса / Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Модернизация процессов перевозок, систем автоматизации и телекоммуникаций на транспорте», Хабаровск, ДвГУПС, 09-10 декабря 2010 г., Материалы межрегиональной научн.-практич.конф. с международным участием, Т.2, С.90-92.

36. Сизый С. В. Методика расчета и построения организационной сети компании ОАО «РЖД» / В сб.: Всероссийская научно-практич. конференция «Транспорт-2011», Ростов, РГУПС, 11-13 мая 2011 г., – Т.2, –С.14–16.

Сизый Сергей Викторович

Теория и методология формирования
сетевого организационного взаимодействия
на железнодорожном транспорте.

05.02.22 – Организация производства (транспорт)

Лицензия на издательскую деятельность ИД 03581 от 19.12. 2000 г.

Сдано в набор 23.06.11

Подписано к печати 25.06.11

Формат бумаги 60 x 84 1/16

Объем 1.33 п. л.

Заказ 273

Тираж 100 экз.

Типография УрГУПС, 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66