

На правах рукописи

Фомин Валерий Константинович

ОЦЕНКА И ВЫБОР ПОСТАВЩИКОВ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ  
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ  
С ХОЗЯЙСТВУЮЩИМИ СУБЪЕКТАМИ

05.02.22 – Организация производства (транспорт)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2010

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения» Министерства транспорта Российской Федерации (ГОУ ВПО УрГУПС).

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор  
Сай Василий Михайлович.

**Официальные оппоненты:**

доктор технических наук, доцент Корнилов Сергей Николаевич;  
кандидат технических наук, доцент Плахотич Сергей Алексеевич.

**Ведущее предприятие** – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный университет путей сообщения» Министерства транспорта Российской Федерации (ГОУ ВПО ОмГУПС).

Защита состоится 26 ноября 2010 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.  
Автореферат разослан 25 октября 2010 года.

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

Ученый секретарь  
диссертационного совета

А.Э. Александров

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Проблемы моделирования взаимоотношений возникли в последнее десятилетие и были вызваны глобальными изменениями в российской экономике, сменой форм собственности и, как следствие, изменением взглядов и подходов к социально-экономической политике хозяйствующих субъектов.

Реструктуризация магистрального железнодорожного транспорта и создание ОАО «РЖД» изменили внутрикорпоративные производственные отношения, что изменило принципы интеграционного управления в компании.

Компания ОАО «РЖД» вынуждена выстраивать отношения с множеством хозяйствующих субъектов – элементами рыночной экономики не на организационно-распорядительном воздействии, а создавать правила совместного поведения на рынке.

Для динамичного развития ОАО «РЖД» необходимо адекватное текущим и перспективным задачам компании, взаимовыгодное научно обоснованное сотрудничество с экономическим окружением – хозяйствующими субъектами.

Взаимодействие ОАО «РЖД» и ее филиалов с экономическим окружением понимается в широком смысле и включает организационно-договорную, производственную, финансовую, инвестиционную, информационную деятельности.

Экономическая и правовая ситуация в стране актуализирует задачи создания целостной и эффективной системы взаимодействия ОАО «РЖД» с экономическим окружением, включающей в себя научно обоснованные оценки параметров взаимодействия, методики прогнозирования последствий взаимодействия, механизмы выработки и принятия эффективных управленческих решений.

Таким образом, актуальность поставленной проблемы заключается в необходимости теоретических исследований и разработке консолидированных показателей оценки предприятий, а также разработке методики выработки управленческих решений по взаимодействию железных дорог – филиалов ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами, для повышения надежности и безопасности железнодорожного транспорта, престижности отрасли для потребителей услуг.

**Целью диссертационной работы** является разработка и исследование консолидированных показателей оценки хозяйствующих субъектов для принятия управленческих решений в системе взаимоотношений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами и на их основе – методики оценки и выбора поставщиков продукции и услуг.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

1. Разработать графоаналитическую модель взаимодействия железной дороги – филиала ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами.
2. Разработать и исследовать систему консолидированных показателей взаимодействия железной дороги с внешним экономическим окружением.
3. Разработать методику оценки и ранжирования предприятий внешнего экономического окружения железной дороги.
4. Разработать методику выработки вариантов управленческих решений по взаимодействию с экономическим окружением, позволяющую снижать затраты и риски.

**Объектом исследования** являются взаимоотношения филиалов компании ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами, оказывающими услуги и поставляющими продукцию для организации перевозочного процесса.

**Предметом исследования** являются консолидированные показатели и оценка предприятий для выработки управленческого решения по взаимодействию с ними.

Научная задача исследования формулируется следующим образом: разработать консолидированные показатели оценки взаимодействия филиалов ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами и на их основе – методику оценки предприятий и методику выработки управленческих решений.

**Методы исследования.** В ходе исследования применялись методы системного анализа, дискретного анализа сетей, методы теории вероятностей и математической статистики, теории графов. Методологической основой исследования является современное представление об организации как субъекте и объекте взаимодействия.

В своей работе автор опирался на труды ученых в области управления железнодорожным транспортом: В.Г. Галабурды, Н.Н. Громова, П.А. Козлова, Б.М. Лапидуса, Б.А. Лёвина, Р.Г. Леонтьева, Л.А. Мазо, Д.А. Мечерета, В.А. Персианова, А.М. Пешкова, С.М. Резера, В.М. Сай, В.Я. Шульги.

**Научная новизна работы.** В процессе разработки системы консолидированных показателей оценки взаимодействия филиала ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами выполнено следующее:

1. Сформировано общее понятие радиально-планетарной модели взаимодействия железной дороги – филиала ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами как разновидности сетевых организационных моделей.

2. Разработаны и исследованы консолидированные показатели оценки хозяйствующих субъектов. Созданы алгоритмы для проведения численных экспериментов, позволяющих сделать вывод об адекватности разработанных показателей.

3. Разработана методика оценки и ранжирования предприятий экономического окружения железной дороги на основании объединения и учета набора консолидированных показателей взаимодействия. Обоснована применимость методики к практическим вычислениям.

4. Разработана методика выработки вариантов управленческих решений по взаимодействию с внешним экономическим окружением, направленная на снижение рисков и затрат.

**Практическая значимость исследования.** Результаты исследования направлены на практическое решение задач устойчивого взаимодействия филиалов компании ОАО «РЖД» с внешним экономическим окружением, повышение эффективности во взаимоотношениях с предприятиями, оказывающими услуги и поставляющими продукцию для организации перевозочного процесса.

На основе разработанного набора консолидированных показателей становится возможным оценивать предприятия, определять качество и эффективность взаимодействия с партнерами, вырабатывать варианты управленческих решений по взаимодействию с ними.

**На защиту выносятся** комплексный подход к решению задачи оценки предприятий на основе формирования консолидированных показателей эффективности взаимодействия филиалов ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами, а также методика выработки и поддержки управленческих решений.

1. Графоаналитическая радиально-планетарная модель взаимодействия филиалов ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами.

2. Система консолидированных показателей взаимодействия филиалов ОАО «РЖД» с внешним экономическим окружением.

3. Методика оценки и ранжирования предприятий внешнего экономического окружения железной дороги.

4. Методика выработки и поддержки вариантов управленческих решений, направленная на снижение затрат и рисков при взаимодействии с внешним экономическим окружением.

5. Результаты численных экспериментов и рекомендации по взаимодействию филиалов ОАО «РЖД» с хозяйствующими субъектами.

**Реализация результатов работы.** Разработанные в результате исследований теоретические и практические рекомендации были реализованы при построении взаимоотношений с предприятиями, поставляющими продукцию и оказывающими услуги Свердловской железной дороге – филиалу ОАО «РЖД».

1. Разработана и внедрена методика обоснования и поддержки управленческих решений взаимодействия с поставщиками продукции для организации перевозочного процесса.

2. Обработаны конкретные численные примеры и составлено пособие по практическому использованию методики выработки управленческих решений.

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

– Двенадцатый Российский экономический форум «Развитие экономического сотрудничества в рамках ЕврАзЭС», Екатеринбург, 2007;

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

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

– научно-техническая конференция «Молодые ученые - транспорту», Екатеринбург, УрГУПС, 2008–2010;

– научно-технический совет Свердловской ж. д. (2007, 2008, 2009 гг.);

Результаты диссертационных исследований были доложены на совместном научном семинаре кафедр «Станции, узлы и грузовая работа», «Путь и железнодорожное строительство», «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 8 печатных работах общим объемом около 6,67 п. л., из ко-

торых автору принадлежит 3,85 п. л. Статьи опубликованы в журналах «Транспорт Урала», «Экономика железных дорог», «Вестник УрГУПС», в сборниках научных трудов УрГУПС.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Содержание изложено на 147 машинописной странице, в том числе включает 20 таблиц и 52 рисунка. Библиографический список содержит 102 наименования.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение** содержит обоснование актуальности научной проблемы, формулировку цели и задач исследования, изложение основных результатов работы.

**В первой главе** дан анализ теоретических аспектов регулирования экономического взаимодействия. Выполнен анализ экономико-математической формализации взаимоотношений хозяйствующих субъектов, а также анализ взаимоотношений хозяйствующих субъектов с субъектами Российской Федерации.

В условиях рыночной экономики государственное регулирование в большей мере направлено на регулирование взаимоотношений государства с предприятиями и в меньшей на регулирование взаимоотношений между ними. Таким образом, хозяйствующие субъекты в рамках государственного регулирования вынуждены самостоятельно выстраивать взаимовыгодные отношения со своими партнерами.

Перед компанией ОАО «РЖД» также возникла задача построения гибкого, взаимовыгодного сотрудничества с внешним экономическим окружением.

Задача моделирования взаимоотношений компаний с партнерами вызвана кардинальными изменениями в экономике страны, сменой форм собственности и, как следствие, изменением взглядов и подходов к социально-экономической политике хозяйствующих субъектов. Взаимоотношения хозяйствующих субъектов зачастую определяются лишь текущими задачами и не носят комплексный научно-обоснованный характер, ориентированный на длительную перспективу. Это вызвано недостаточной проработанностью экономико-математической формализации процессов взаимодействия. Отсюда следует актуальность задачи экономико-математического моделирования отношений между хозяйствующими субъектами.

В последние годы появляются исследования, в которых разрабатываются подходы к моделированию отдельных аспектов взаимодействия и формализации бизнес-процессов, протекающих между хозяйствующими субъектами и регионами.

Особый интерес в этих работах вызывают две следующие методики. Первая – методика оценки эффективности работы подразделений корпорации с региональными структурами. Предложенная методика базируется на коэффициентах, характеризующих процессы взаимодействия железной дороги с регионом.

Вторая – методика оценки, согласования и прогнозирования эффективности программ взаимодействия корпорации с субъектами Российской Федерации с учетом коэффициента эффективности взаимодействия и коэффициента состоятельности региона с точки зрения интересов компании ОАО «РЖД».

В упомянутых работах рассмотрен достаточно широкий спектр вопросов взаимодействия, однако они в большей мере направлены на исследование взаимоотношений хозяйствующих субъектов с субъектами Российской Федерации. Исследования, которые проводились в области взаимоотношений хозяйствующих субъектов, не дают ответов на очень важные вопросы: как оценить надежность партнера и его экономического окружения и как выработать и оценить варианты управленческих решений.

В связи с этим возникает насущная необходимость создания методики оценки предприятий экономического окружения и методики оценки вариантов управленческих решений, позволяющих снижать затраты и риски при взаимодействии с внешним экономическим окружением.

В результате реформ, проводимых на железнодорожном транспорте, «де-факто» ОАО «РЖД» представляет собой холдинговую компанию. Таким образом, возрастает роль процессов взаимодействия компании и ее филиалов с внешним экономическим окружением – партнерами, поставщиками ресурсов и услуг, потребителями услуг. Эффективное взаимодействие является одним из главных факторов, способствующих повышению доходности компании.

В современном мире объективно возрастает объем поступающей информации, сокращается время на принятие управленческого решения. Руководитель зачастую оказывается не в состоянии осмыслить и переработать поступающую информацию. Возникает необходимость разработки системы анализа, оценки, прогнозирования и управления процессами взаимодействия компании с внешним экономическим окружением. Такая система должна быть нацелена на решение постоянно возникающих управленческих задач: анализ информации, оценка надежности партнеров, контроль за их деятельностью, выработка управленческих решений с прогнозом их последствий.

Таким образом, разработка системы внешнего взаимодействия железной дороги, вне всякого сомнения, актуальна и востребована.

**Вторая глава** посвящена моделированию системы взаимоотношений железной дороги с хозяйствующими субъектами. Разработана радиально-планетарная модель взаимодействия хозяйствующего субъекта с внешним окружением. Рассмотрены основные этапы ее построения.

Центральным ядром разработанной модели является совокупность структурных модельных процессов – экономико-математические модели, модельные оценки, численные параметры эффективности и надежности партнеров, оценочные функции процессов, практические методики.

С точки зрения пользователя, радиально-планетарная модель взаимодействия даёт, прежде всего, возможность считать и оценивать. Она позволяет сформировать методики количественных и качественных оценок взаимодействия.

Радиально-планетарная модель адаптирована для представления экономического взаимодействия и представляет собой сеть  $G=(N, A)$ , состоящую из  $k$  секторов, соответствующих типу производственной деятельности субъектов (рис. 1). Здесь

$N = N_1 \cup N_2 \cup \dots \cup N_k$  – множество узлов сети, разбитое на  $k$  подмножеств (секторов), индекс  $i$  подмножества  $N_i$  соответствует номеру сектора;  $A$  – множество дуг.

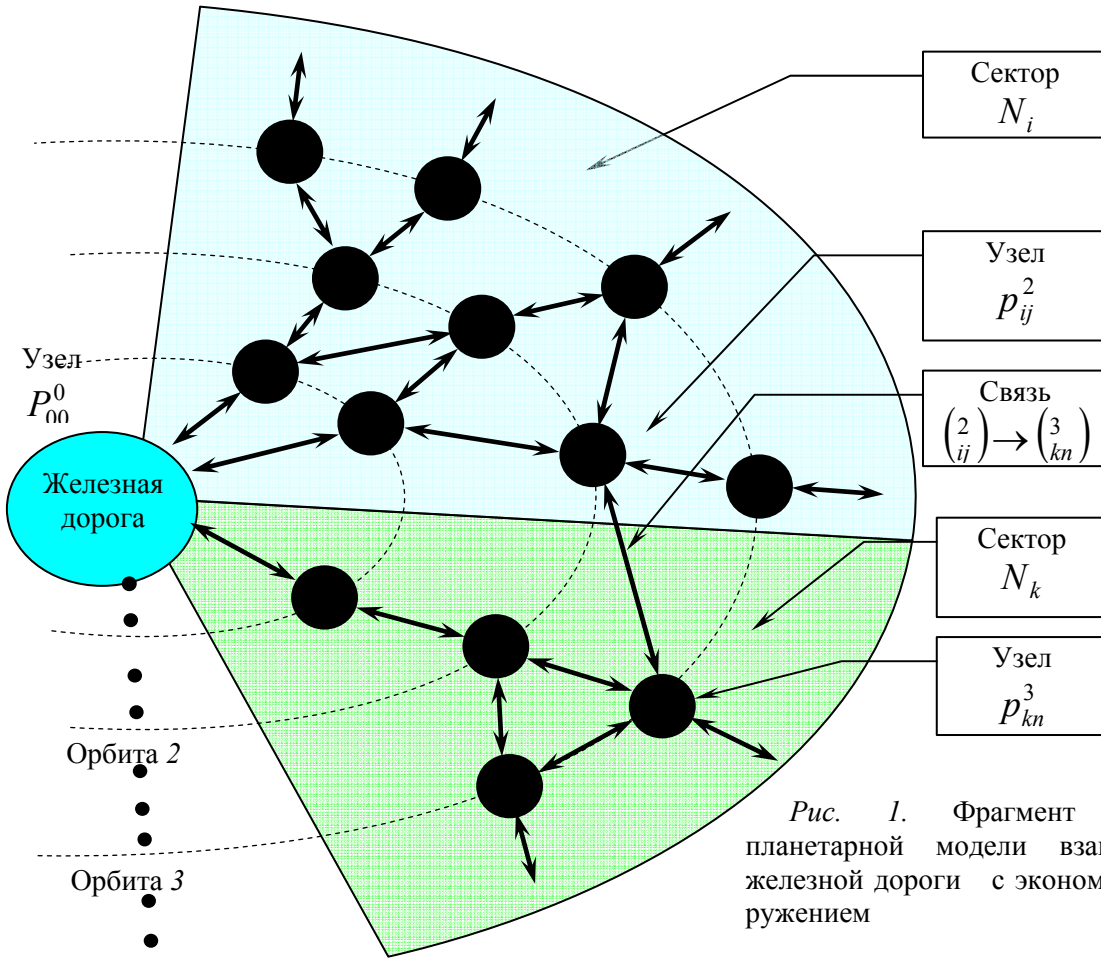


Рис. 1. Фрагмент радиально-планетарной модели взаимодействия железной дороги с экономическим окружением

В свою очередь, каждый сектор  $N_i$  разбивается, в зависимости от удаленности предприятия от центрального узла сети, на орбиты  $N_i = N_i^1 \cup N_i^2 \cup N_i^3 \cup N_i^4 \cup \dots$ . Вся орбита  $O^l$  радиально-планетарной модели с номером  $l$  является объединением своих частей, принадлежащих каждому сектору:  $O^l = \bigcup_{i=1}^k N_i^l$ . Узлы сети  $G=(N, A)$  обозначаем  $p_{ij}^l$ , где  $i$  – номер сектора, содержащего данный узел,  $j$  – номер самого узла,  $l$  – номер орбиты, на которой находится узел. Таким образом,  $p_{ij}^l \in N_i^l$ . Центральным узлом моделируемой сети является узел  $P_{00}^0$ , соответствующий железной дороге. Ребро, соединяющее узлы  $p_{ij}^l$  и  $p_{kn}^r$ , договоримся обозначать  $R_{(ij)(kn)}^{(lr)}$ .

Для содержательного наполнения радиально-планетарной модели информацией о параметрах предприятий и связей между ними, предусмотрены вектор-метки узлов и связей между узлами. Метками узлов и ребер модели служат



векторы, то есть кортежи из числовых данных. Вектор-метки узлов  $p_{ij}^l$  и ребер  $R_{(ij)(kn)}^{(lr)}$  обозначаем соответственно  $\bar{p}_{ij}^l$  и  $\vec{R}_{(ij)(kn)}^{(lr)}$ .

Вектор-метка  $\bar{p}_{ij}^l(\alpha_1, \alpha_2, \dots)$  узла  $p_{ij}^l$  представляет собой набор начальных параметров  $(\alpha_1, \alpha_2, \dots)$ , то есть разнообразных сведений, характеризующих узел. Количество приписанных к узлу  $p_{ij}^l$  параметров заранее не фиксируется и может быть в зависимости от целей исследования изменено.

Ребра радиально-планетарной модели  $R_{(ij)(kn)}^{(lr)}$  – это связи между хозяйствующими субъектами. Априори ребра рассматриваемой модели могут быть нескольких типов, в зависимости от типа изображаемой связи между узлами.

Вектор-метки  $\vec{R}_{(ij)(kn)}^{(lr)}(\beta_1, \beta_2, \dots)$  ребер  $R_{(ij)(kn)}^{(lr)}$  предназначены для хранения информации о численных характеристиках связей. Набор характеристик  $(\beta_1, \beta_2, \dots)$  может содержать численные показатели взаимодействия между узлами.

Таким образом, ребра и вектор-метки ребер радиально-планетарной модели взаимодействия железной дороги с экономическим окружением содержат в себе полную информацию о системе взаимосвязей между субъектами взаимодействия.

Рассмотрим подмодель  $G_k = (N_k, A|_{N_k})$ , где  $N_k$  – множество вершин сектора радиально-планетарной модели,  $A|_{N_k}$  – ограничение множества ребер на множество  $N_k$ , то есть совокупность ребер только между вершинами сектора  $N_k$ . Подмодель  $G_k = (N_k, A|_{N_k})$  представляет собой предприятия с поставкой одного типа ресурсов.

Данная подмодель является легко выделяемым фрагментом общей радиально-планетарной модели. Таким образом, исходная модель допускает выделение фрагментов, соответствующих поставленным задачам и допускающих более простой и конкретный анализ интересующей ситуации. Она допускает детализацию и внесение хронологических изменений. Предусмотрена возможность внесения в модель любого количества параметров, могущих влиять на исследуемые процессы, что очень важно, так как на первоначальном этапе исследований априори неясно, какие из характеристик являются наиболее существенными, а какие – второстепенными.

Опыт использования подобных моделей показывает необходимость единой интегральной оценки предприятия, которая формировалась бы с учетом нескольких групп факторов. Это означает, что интегральная оценка элементов организационной сети должна строиться с учетом большого количества разнотипных характеристик и «сводить воедино» значительное количество численных показателей.

Именно такие задачи позволяет решать радиально-планетарная сетевая модель взаимодействия хозяйствующего субъекта с внешним окружением.

**Третья глава** посвящена разработке обобщающего интегрального показателя взаимодействия узлов-предприятий.

Обобщающий показатель эффективности взаимодействия между двумя узлами представляет собой некоторый функционал:

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

где  $k_{\text{пр}}$  – консолидированный показатель экономической привлекательности предприятия  $P_i$ ;  $k_{\text{уст}}$  – консолидированный показатель устойчивости предприятия  $P_i$ ;  $k_{\text{орг}}$  – консолидированный показатель организационно-правового статуса предприятия  $P_i$ .

Определим для каждого предприятия  $P_i$  тройку консолидированных показателей:  $P_i(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)})$ . Все компоненты тройки  $(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)})$  будут лежать в интервале  $(0; 1]$ , то есть полученная тройка коэффициентов  $(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)})$  будет представлять собой координаты некоторой точки  $P_i$  внутри единичного куба  $E = \{(x, y, z) \mid 0 < x, y, z \leq 1\}$ .

Для каждого предприятия  $P_i$  консолидированный сравнительный показатель экономической привлекательности есть:

$$k_{np}^{(i)} = 1 - \frac{|\Omega_{\max} - \Omega_{np}^{(i)}|}{|\Omega_{\max} - \Omega_{\min}|},$$

где:  $\Omega_{\max} = \max_{1 \leq i \leq n} \Omega_{np}^{(i)}$  – максимальное значение абсолютного показателя привлекательности (например, для некоторого эталонного предприятия  $\Omega_{np}^{(*)} = 1$ );  $\Omega_{\min} = \min_{1 \leq i \leq n} \Omega_{np}^{(i)}$  – минимальное значение абсолютного показателя экономической привлекательности среди всех рассматриваемых предприятий  $P_1, P_2, \dots, P_n$ .

Абсолютный показатель привлекательности предприятия  $P_i$ :

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

где  $\beta_{\text{онм}}$  – рациональная величина доли продукции предприятия, направляемой потребителю;  $\delta_{\text{онм}}$  – рациональный уровень рентабельности предприятия;  $\chi_{\text{онм}}$  – рациональный размер доли заемных средств в обороте предприятия;  $\gamma_{\text{онм}}$  – рациональ-

ный уровень загруженности производственных мощностей предприятия. Эти рациональные величины различны для разных отраслей и предприятий.

Чтобы избежать сложения разнородных показателей, предложены нормировочные коэффициенты  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{11}$ :

$$\alpha_1 = \frac{1}{\max\{E_1, E_2, \dots, E_n\}}, \quad \alpha_2 = \frac{1}{\max\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n\}}, \quad \dots, \quad \alpha_{11} = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{1}{C_i} \right\}}.$$

Весовые коэффициенты  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_{11}$  определяют степень важности и значимости соответствующего экономического показателя.

В группу производственной информации предприятия  $P_i$  входят: эффективность использования основных средств  $E$ ; фондоемкость  $\Phi$ ; доля реализованной продукции  $D$ ; рентабельность  $R$ ; заемные средства в обороте предприятия  $S$ ; инвестиции  $W$ ; заемные средства на развитие  $K$ ; загруженность производственных мощностей  $B$ ; износа основных производственных фондов  $I$ ; реализация продукции  $L$ ; номенклатура продукции  $M$ ; цена продукции  $C$ . Предложенный подход вычисления  $k_{пр}$  позволяет расширять или сокращать перечень показателей.

Консолидированный показатель устойчивости предприятия  $P_i$ :

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

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

$$k_{внут}^{(i)} = 1 - \frac{n_i}{N_i},$$

где  $n_i$  – количество нарушений по рассматриваемым договорам со стороны предприятия  $P_i$ ;  $N_i$  – общее количество договоров предприятия  $P_i$ .

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

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

где  $N$  – объем выборки возможных производственных ситуаций во взаимоотношениях  $P_i$  с экономическим окружением. Вычисление случайной величины  $k_{внеш}^{(i)}(t)$  основано на применении классической схемы Бернулли для множества вариантов договорных обязательств со стороны партнеров  $P_i$ .

Консолидированный показатель организационно-правового статуса  $P_i$ :

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

где:  $\alpha_1, \dots, \alpha_j, \dots, \alpha_7$  – весовые коэффициенты, подчиненные условию  $\sum_{j=1}^7 \alpha_j = 1$ ;  $k_{\text{оп}}^{(i)}$  – 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 в объединениях, союзах, проектах.

Для формирования общего интегрального показателя  $k_{\text{эфф}}$  эффективности взаимодействия железной дорогой и предприятия  $P_m$  требуется сформировать функционал, сводящий в единую интегральную оценку консолидированные показатели по каждой из трех групп факторов  $(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)})$ .

Решение поставленной задачи состоит из трех этапов. На первом этапе формализовано сопоставление оцениваемого объекта как некоторой точки в единичном кубе:

$$(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)}) \mapsto P_m(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)}).$$

На втором этапе решается задача градиентной раскраски куба. Установим следующую интерпретацию цветов оценок: красный; желтый; зеленый. Следовательно, точка  $(0,0,0)$  единичного куба, соответствующая набору из самых низких оценок, должна быть окрашена в красный цвет; вершина куба  $(1, 1, 1)$  как максимально качественная и привлекательная – должна быть окрашена в зеленый цвет. Градиентом-направлением такой раскраски является вектор  $\vec{g}(1,1,1)$ , идущий из начала координат  $(0,0,0)$  в наилучшую вершину единичного куба  $(1,1,1)$ . Пример градиентной раскраски трехмерного единичного куба  $E_3$  приведен на рис. 2.

На третьем этапе формализована визуализация и сравнение интегральной оценки. Для визуализации интегральной цветовой оценки  $0 \leq T \leq 1$  предлагается использовать общепринятый стандарт RGB. Интенсивность цветов в палитре RGB задается формулами:

$$\mathbf{B} = 0, \mathbf{R} = \begin{cases} 255, & 0 \leq T < 1/2 \\ 510 \cdot (1 - T), & 1/2 \leq T \leq 1 \end{cases}, \mathbf{G} = \begin{cases} 510 \cdot T, & 0 \leq T < 1/2 \\ 255, & 1/2 \leq T \leq 1 \end{cases}.$$

Для удобного восприятия цветовых интегральных оценок объектов организационных сетей предложено располагать точки  $P_m$  в тех местах градиентно-окрашенной полосы приемлемости, которые имеют такой же цвет. Полоса приемлемости и расположение цветной точки  $P_m$ , имеющей интегральную оценку  $T_m$ , показаны на рис. 3. Чем правее окажется объект  $P_m$  на полосе приемлемости, тем более качественным он является по всей совокупности учитываемых параметров  $(k_{\text{пр}}^{(i)}, k_{\text{уст}}^{(i)}, k_{\text{орг}}^{(i)})$ .

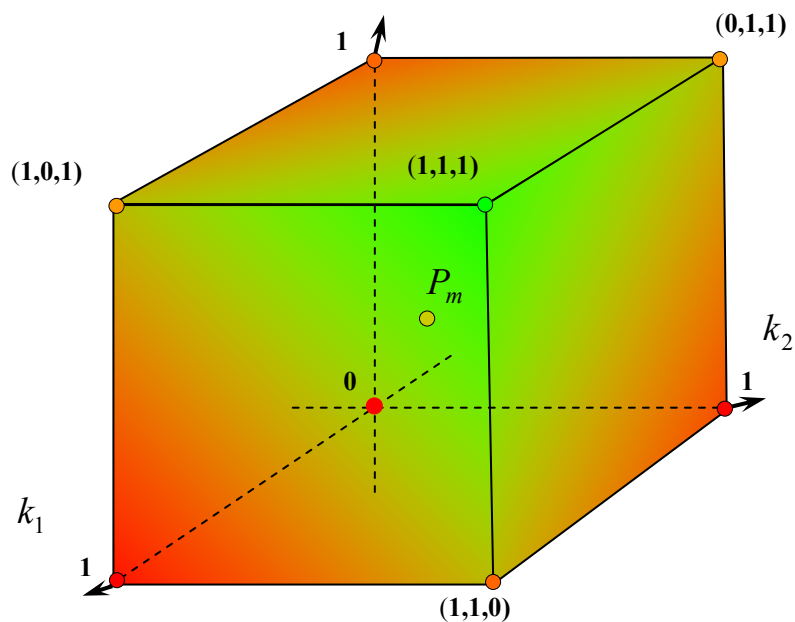


Рис. 2. Градиентная раскраска единичного куба степени приемлемости точек

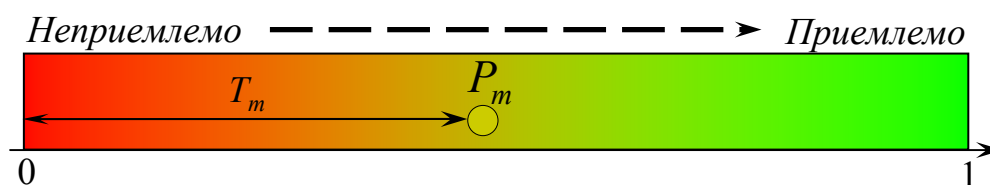


Рис. 3. Градиентная раскраска полосы приемлемости и расположение на ней точки  $P_m$

В четвертой главе разработаны методика вычисления сигнального показателя степени доверия к предприятию и методика обоснования и поддержки управленческих решений по взаимодействию с поставщиками продукции и услуг для организации перевозочного процесса.

Необходимость использования сигнального коэффициента  $k_{сигн}^i$  (оценки степени доверия) вызвана тем, что на практике нередко ситуации, когда на фоне высоких показателей предприятие, с которым желаем сотрудничать, вызывает сомнения по каким-то не поддающимся четкой формализации косвенным признакам. Таким образом, сигнальный показатель оценки  $k_{сигн}^i$  служит корректирующим коэффициентом к оценкам  $k_{пр}$ ,  $k_{уст}$ ,  $k_{орг}$ .

В работе предложен универсальный набор сигнальных признаков. Отметим, что конкретный состав признаков должен определяться целью сравнения, отраслевой принадлежностью сравниваемых предприятий, экономической конъюнктурой и др.

Для всех сигнальных признаков использована шкала оценок в диапазоне от  $-2$  до  $+2$ , которая реже искажается завышением.

Значение коэффициента  $\tilde{k}_{сигн}^i$  для предприятия  $P_i$ :

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

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  $[0; 1]$ :

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

Практически собирать значения всех универсальных признаков (56 наименований) не всегда представляется возможным, да и не нужно. Интуитивно 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. Следовательно, не снижая практической точности расчетов, достаточно определять  $k_{\text{сигн}}^i$  по каким-нибудь 12–14 признакам.

Для сведения характеристик  $k_{\text{инт}}$  и  $k_{\text{сигн}}$  в единый показатель используем методику раскраски, предложенную в главе 3, изменив и трансформировав ее для случая двух коэффициентов.

Разделим единичный квадрат на плоскости, на конечное число характеристических областей, каждый цвет которой будет соответствовать некоторому варианту

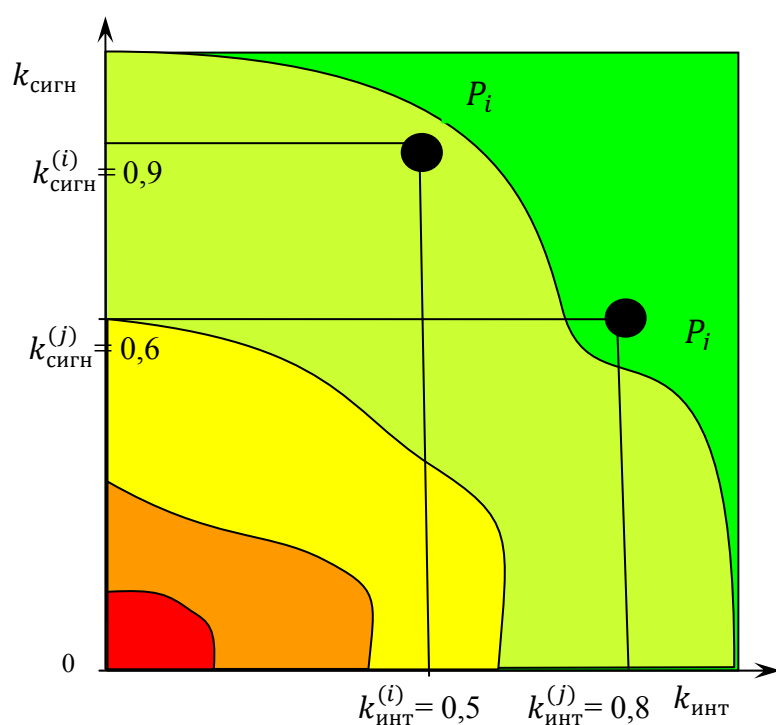


Рис. 4. Оцениваемые предприятия в области единичного квадрата

управленческого решения. Предприятию  $P_i$ , по которому нужно получить управленческое решение, соответствует точка с координатами  $(k_{\text{инт}}^{(i)}, k_{\text{сигн}}^{(i)})$ , которые являются значениями итоговых оценочных коэффициентов (рис. 4).

Математически степень близости точки  $P_i(k_{\text{инт}}^{(i)}, k_{\text{сигн}}^{(i)})$  к границе характеристической области определяется радиусом окружности:  $(x - k_{\text{инт}}^{(i)})^2 + (y - k_{\text{сигн}}^{(i)})^2 = R^2$ , касающейся ближайшей границы. Всегда найдутся значения  $R_{\text{худ}}^{(i)}$  и  $R_{\text{луч}}^{(i)}$  такие, что окружность радиуса

$R_{\text{худ}}^{(i)}$  коснется границы худшей зоны приемлемости, а окружность радиуса  $R_{\text{луч}}^{(i)}$  – границы более приемлемой зоны, чем та зона, в которой находится предприятие  $P_i(k_{\text{инт}}^{(i)}, k_{\text{сигн}}^{(i)})$  (рис. 5).

Представляется разумным принять относительные доли расстояний  $R_{\text{худ}}^{(i)}$  и  $R_{\text{луч}}^{(i)}$  за степень надежности характеристики предприятия  $P_i$  и степень уверенности в формулировке рекомендуемого управленческого решения.

Будем исходить из того, что безопасность движения – императив отрасли, поэтому при разработке организационной таблицы вариантов управленческих решений (ее разделении и раскраске) в основу положим критерий обеспечения безопасности движения поездов.

Классифицируем поставляемую продукцию, установив при этом форму и ширину (количественную оценку) цветной характеристической области каждого ее вида. Фрагмент такой классификации по шести зонам показан в таблице.

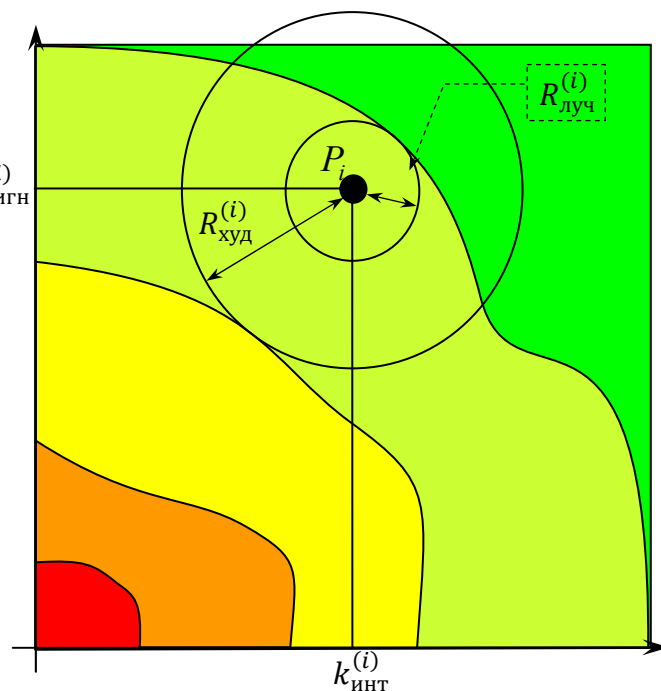


Рис. 5. Расстояния от точки-предприятия до границ областей единичного квадрата

Поставляемая продукция, оказанные услуги	Приоритет	Минимальные характеристики	
		$k_{\text{инт}}$	$k_{\text{сигн}}$
Локомотивы, вагоны, комплектующие к подвижному составу, продукция СЦБ, рельсы и т. д.	1	0,6	0,8
		0,7	0,7
		0,8	0,65
		0,9	0,6
Материалы контактной сети, щебень, шпалы, рельсовые скрепления и т.д. Все виды ремонтов ВСП и подвижного состава	2	0,4	0,8
		0,5	0,7
		0,6	0,6
		0,8	0,45
Балласт, элементы водопропускных труб, несущие ЖБК гражданских зданий, ГСМ и т.д. Усиление земляного полотна, другие виды работ	3	0,9	0,4
		0,25	0,9
		0,3	0,7
		0,4	0,6
		0,5	0,4
		0,65	0,3
Железобетонные конструкции, кирпич, конструкции и изделия из дерева и т. д. Ремонт и реконструкция вспомогательной инфраструктуры и др.	4	0,7	0,3
		0,8-1,0	0,2
		0,1	0,7
		0,2	0,5
		0,3	0,4
		0,4	0,2
Поставка продукции, выполнение работ и оказание услуг, не оказывающих влияние на безопасность движения поездов и не влияющих существенно на перевозочный процесс в целом	5	0,6	0,15
		0,7-1,0	0,1
		0,1	0,7
		0,15	0,4
		0,25	0,2
		0,3	0,15
		0,4	0,1
		0,5	0,05
		0,6	> 0,05

Размещение на координатной плоскости цветовых зон приведено на рис. 6

В результате математической обработки (интерполяции по сетке таблицы) экспертных рекомендаций по принятию управленческих решений получены следующие системы неравенств, определяющие каждую цветовую зону:

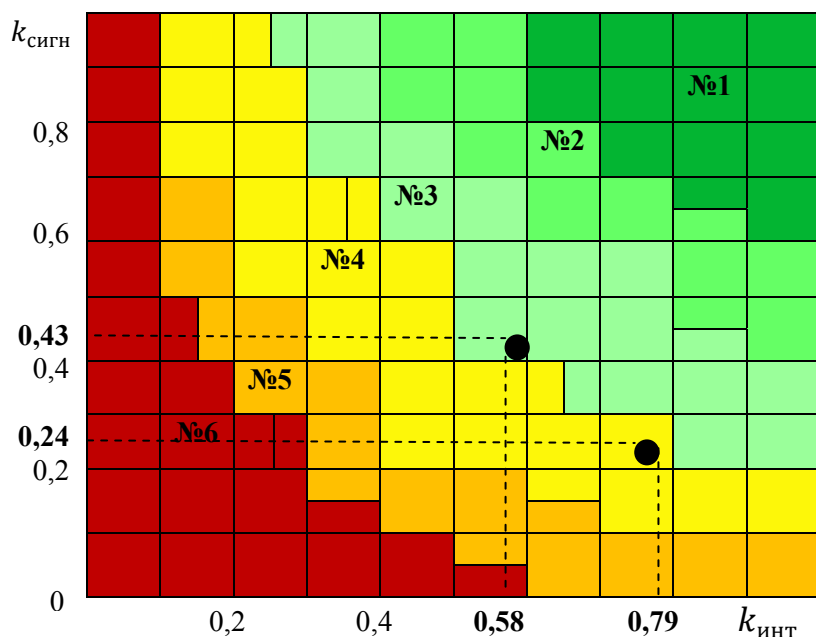


Рис. 6.

$$\text{Зона № 5: } \begin{cases} \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(1,03)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,9)^2} > 1 \\ k_{\text{сигн}} \geq \frac{0,1}{k_{\text{инт}}} - 0,11; \end{cases}$$

$$\text{Зона № 6: } k_{\text{сигн}} < \frac{0,1}{k_{\text{инт}}} - 0,11.$$

Зона № 1:

$$\frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(0,5)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,4)^2} \leq 1 ;$$

Зона № 2:

$$\begin{cases} \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(0,5)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,4)^2} > 1 \\ \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(0,7)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,6)^2} \leq 1; \end{cases}$$

Зона № 3:

$$\begin{cases} \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(0,7)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,6)^2} > 1 \\ \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(0,85)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,8)^2} \leq 1; \end{cases}$$

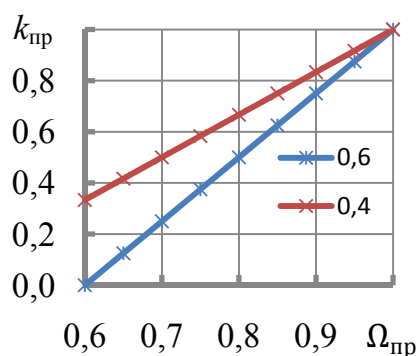
Зона № 4:

$$\begin{cases} \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(0,85)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,8)^2} > 1 \\ \frac{(k_{\text{инт}} - 1,1)^2}{(1,03)^2} + \frac{(k_{\text{сигн}} - 1)^2}{(0,9)^2} \leq 1; \end{cases}$$

Предприятие  $P_i$  попадает в ту зону, неравенствам которой удовлетворяют значения его интегральных коэффициентов  $(k_{\text{инт}}, k_{\text{сигн}})$ .

Приведенные системы неравенств определяют цветовую зону с ошибкой, не превышающей 4%, и позволяют обойтись без наглядных цветовых таблиц, проводить вычисления в компьютерном виде и формировать результаты чисто математически.

В пятой главе исследовано влияние параметров на общий показатель  $k_{\text{эфф}}$  эффективности взаимодействия железной дороги с хозяйствующими субъектами.



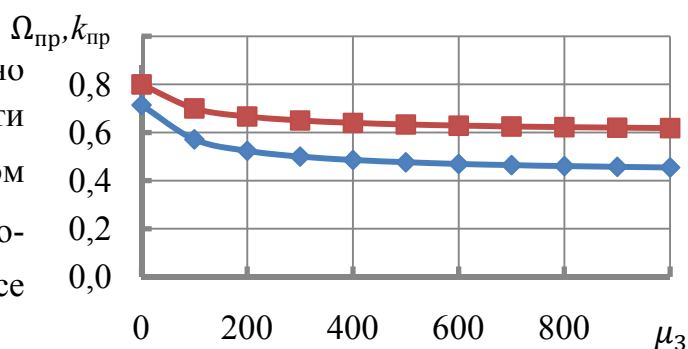
Проведено исследование составных частей каждой из комплексных методик, проверено соответствие заявленных свойств, разработанных для целей оценки и принятия управленческих решений показателей.

Продемонстрируем влияние  $\Omega_{\min}$  (0,4; 0,6) на значение экономической оценки  $k_{\text{пр}}$ . Приведенный на рисунке слева график показывает, что изменение  $\Omega_{\min}$

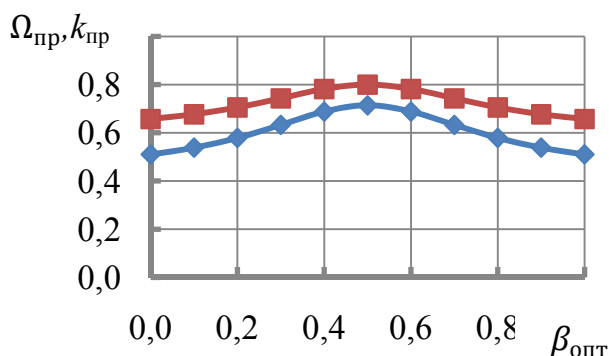


сохраняет тип зависимости коэффициента сравнительной привлекательности  $k_{пр}$  от коэффициента экономической привлекательности  $\Omega_{пр}$ , меняется лишь скорость изменения.

На рисунке справа рассмотрено влияние параметра чувствительности  $\mu_3$ . Из графиков видно, что с ростом параметра  $\mu_3$  вклад доли продукции хозяйствующего субъекта становится все менее значимым.



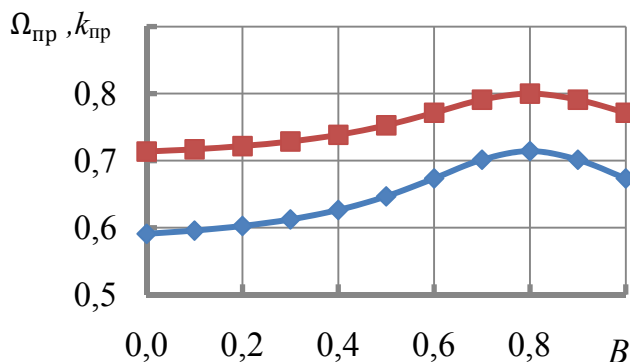
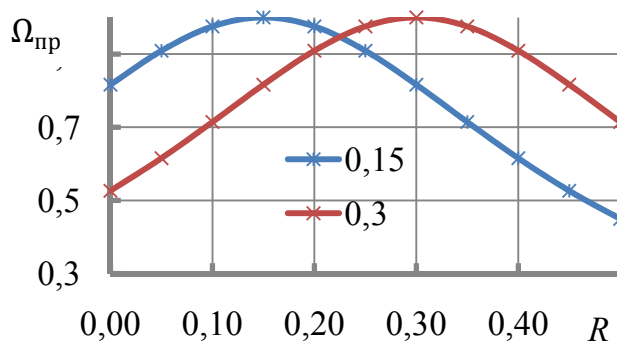
На рисунке внизу приведен график зависимости коэффициентов привлекательности от рационального значения  $\beta_{опт}$  доли реализованной продукции хозяйствующего субъекта, коэффициента  $D$ , зафиксированного на уровне  $D=0,5$ . Действительно, как отмечалось выше, наибольшего значения показатели привлекательности достигают при совпадении значения доли продукции с оптимальным ее значением.



Нижне на рисунке связь между уровнем рентабельности и коэффициентом привлекательности показывает, что слишком низкая или высокая рентабельность отрицательно сказывается на при-

годности предприятия для взаимодействия.

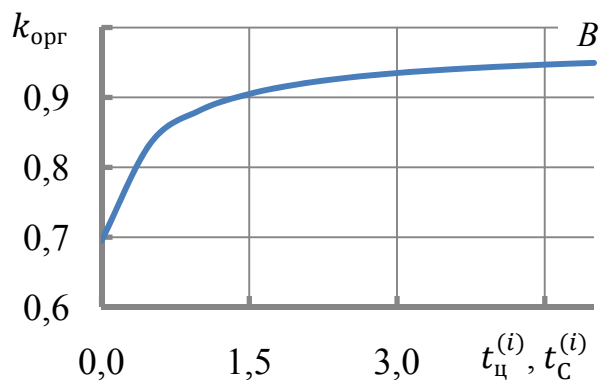
На рисунке снизу приведен график взаимосвязи загруженности производственных мощностей и коэффициента экономической привлекательности хозяйствующего субъекта. Как видно из графика, данный фактор учитывается в коэффициенте привлекательности таким образом, что не до-



пускает как низкой загруженности производственных мощностей, так и перегрузки таковых.

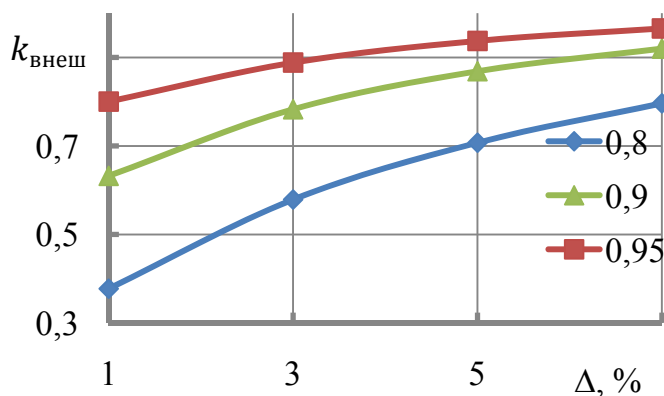
Как и следовало ожидать, увеличение срока успешного взаимодействия оцениваемого хозяйствующего субъекта с ОАО «РЖД» приводит к повышению его надежности, что отражается в росте зна-

чения показателя организационно-правового статуса (график снизу).

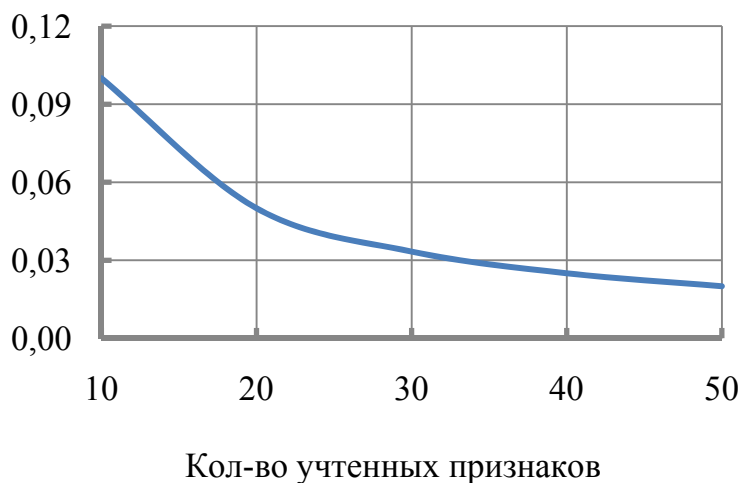


На рисунке справа представлены результаты серии испытаний влияния на устойчивость хозяйствующего субъекта числа поставщиков, видов ресурсов и резервов поставок. Показана зависимость устойчивости хозяйствующего субъекта при поставке двух видов ресурсов тремя поставщиками каждого вида.

Вопрос о количестве резервов поставок, необходимых для обеспечения приемлемой устойчивости предприятия, можно решать в рамках предложенной модели при проведении численных экспериментов.



На рисунке внизу приведен график максимального изменения значения сигнального показателя оценки степени доверия от добавления сведений по очередному признаку.



Таким образом, можно утверждать, что все разработанные в рамках настоящего исследования показатели и методики их определения прошли проверку на соответствие заявленным свойствам. Приведены все основные зависимости фундаментальных показателей от исходных параметров. Все полученные зависимости и графики соответствуют интуитивным представлениям о влиянии различных факторов на привлекательность для взаимодействия и надежность хозяйствующего субъекта. Методики проверены и подтверждены численными экспериментами и графиками.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Выполнен анализ организации взаимодействия хозяйствующих субъектов, в результате чего установлено, что предприятия имеют сложности при выборе партнеров для совместной производственно-хозяйственной деятельности, так как практика организации взаимодействия опережает теоретические разработки.

2. Введено понятие и дано математическое описание графоаналитической модели взаимодействия хозяйствующих субъектов в виде радиально-планетарной модели, представляющей собой ориентированный граф с помеченными ребрами.

3. Выделены три группы факторов, оказывающих влияние на процессы взаимодействия: экономические, устойчивости, организационно-правовые. По каждой группе факторов предложен набор числовых и функциональных характеристик, на основании которых разработаны консолидированные показатели: экономической привлекательности, устойчивости партнеров, организационно-правовой обеспеченности.

4. Важной методологической особенностью предложенных математических моделей является их способность, с одной стороны, к гомоморфному сжатию и упрощению, а с другой стороны возможность расширения и детализации, позволяющая отражать именно ту степень абстракции, которая необходима для решения поставленной задачи. Это позволяет использовать методику даже при неполном перечне информации.

5. Предложено понятие сигнального показателя оценки доверия к предприятию как корректирующего коэффициента к интегральной оценке предприятия.

Итоговым объектом, характеризующим предприятие, является координатная точка на плоскости, координаты которой суть итоговые интегральные характеристики предприятия. Этот метод позволил сводить в единую оценку две интегральные разнородные характеристики предприятия, формировать на основании сведенной качественной оценки некоторую фиксированную стандартную характеристику предприятия.

6. Основываясь на том, что безопасность движения – императив отрасли, предложена классификация поставляемой железной дороге продукции, установлены форма и ширина (количественная оценка) цветной характеристической области вида продукции.

7. Разработанные методики позволяют предложить формулировку приемлемого варианта управленческого решения. Оценить в терминах вероятности степень соответствия предложенного варианта управленческого решения рассматриваемому предприятию.

8. Установлены качественные закономерности поведения интегральных оценок в зависимости от экономических и организационных факторов. Выявлены и проанализированы зависимости оценок предприятия-партнера и на их основании сформированы априорные представления об уровне требований к качеству поставщика.

В результате расчетов установлены границы приемлемости качественных характеристик поставщиков в зависимости от вида и назначения поставляемой продукции на основании доминирующего принципа обеспечения безопасности движения.

9. Разработанные методики определения и вычисления оценки предприятий являются универсальными.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Фомин В. К. Моделирование системы взаимоотношений железной дороги с хозяйствующими субъектами / В.М. Сай, В. К. Фомин // Транспорт Урала, 2008. № 4 (19). С. 15–19. ISSN 1815-9400. **(По перечню ВАК).**
2. Фомин В.К. Формирование и визуализация интегральной оценки взаимодействия узлов мультиоператорных организационных сетей / С.В. Сизый, В. К. Фомин // Транспорт Урала, 2009. № 4 (23). С. 16–20. ISSN 1815-9400. **(По перечню ВАК).**
3. Фомин В.К. Оценки предприятий, взаимодействующих с железной дорогой / В.М. Сай, С.В. Сизый, В. К. Фомин // Экономика железных дорог, 2010. № 1. С.34 – 41. ISSN 1727-6500. **(По перечню ВАК).**
4. Фомин В. К. Оценка и ранжирование предприятий по степени приемлемости сотрудничества с железной дорогой / Вестник УрГУПС, 2009. № 1–2. С. 21–28. ISSN 2079–0392.
5. Фомин В.К. Оценки экономической привлекательности предприятий с использованием линейных форм / С.В. Сизый, В. К. Фомин // Вестник УрГУПС, 2009. № 3–4. С. 33–41. ISSN 2079–0392.
6. Фомин В.К. Формирование показателя устойчивости хозяйствующих субъектов, взаимодействующих с железной дорогой/ В.К.Фомин, С.В. Вихарев, В.М. Сай /Проблемы организации производства и региональной логистики: сб. науч. тр./Под ред. В.М. Самуйлова. Екатеринбург, УрГУПС, 2009. Вып. 74(157). 212 с. С. 155-165.
7. Фомин В.К. О системе взаимодействия железной дороги с внешним экономическим окружением. Сб. мат. науч.-техн. конф., посв. 130-летию Свердловской железной дороги. Екатеринбург, УрГУПС, 2008. – 290 с. С. 121–122. ISBN 978-5-94614-105-5
8. Фомин В.К. Формирование коэффициентов привлекательности хозяйствующих субъектов /Сизый С.В., Фомин В.К., Вихарев С.В. /Развитие системы управления перевозочным процессом и транспортной логистикой: сб. науч. тр./ Екатеринбург, УрГУПС, 2009. Вып. 73(156). 220 с. С. 165–180.

Фомин Валерий Константинович

Оценка и выбор поставщиков продукции и услуг при взаимодействии транспортной компании с хозяйствующими субъектами

05.02.22 – Организация производства (транспорт)

Сдано в набор 20.10.10

Подписано к печати 21.10.10

Формат бумаги 60 x 84 1/16

Объем 1,25 п. л.

Заказ 273

Тираж 100 экз.

---

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