

На правах рукописи

КУЗНЕЦОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ

**УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ИХ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ**

Специальность 05.02.22 – Организация производства (транспорт)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» МГУПС (МИИТ)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Лисенков Александр Николаевич

Официальные оппоненты: Евсеев Дмитрий Геннадьевич
заслуженный деятель науки,
доктор технических наук, профессор
МГУПС (МИИТ) заведующий кафедрой

Адлер Юрий Павлович
кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский
технологический университет
«МИСиС», профессор

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

Защита состоится 19 июня 2013 г., в ____ часов, на заседании диссертационного совета Д 218.005.09 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» по адресу: Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ауд.1235

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГУПС (МИИТ).

Автореферат разослан «__» мая 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Козырев Валентин Александрович

Актуальность проблемы. В задачах организации любого производства, его проектирования, модернизации и развития для обеспечения качества и обоснованности принимаемых управленческих решений возникает необходимость многокритериальной оценки (МКО) его объектов. Обеспечение и непрерывное повышение качества продукции, услуг и качества управленческих решений является стратегической установкой современной политики ОАО «РЖД». Особенностью объектов управления в этой отрасли является их многофакторность и многокритериальность, наличие неопределенности, требующие получения необходимой для принятия решений информации с привлечением как статистических, так и экспертных методов. Примерами МКО объектов по комплексу их показателей (критериев) являются оценка технических объектов в задачах их модернизации по показателям их состояния, надежности, экологичности, безопасности и тому подобное; оценка сотрудников организации при их аттестации по деловым качествам и мотивации их деятельности; оценка и выбор вариантов рабочих площадей и земельных участков для размещения производственных объектов с целью их дальнейшего развития – перспективы более эффективной их эксплуатации или реализации на рынке с получением дохода. Качество и обоснованность управленческих решений в таких задачах можно достигнуть, применяя современные процедуры многокритериального оценивания исследуемых объектов, которые недостаточно известны специалистам прикладных областей. Одной из причин такого положения является недостаточная разработка методологии применения таких подходов с учетом специфики и особенностей оцениваемых объектов в конкретных областях приложений.

Степень разработанности темы. Теоретические основы рассматриваемых в диссертации подходов и методов МКО изложены в работах известных отечественных и зарубежных специалистов. Однако вопросы формализации многокритериальных объектов, создания практических методик организации исследований и анализа результатов, их совершенствования в прикладных областях и в частности в организациях железнодорожного транспорта с учетом их специфики разработаны не достаточно.

Цель и задачи работы. Разработка методологии принятия управленческих решений по модернизации вспомогательных производств железнодорожного транспорта на основе их МКО с целью обеспечения качества и обоснованности таких решений.

Для достижения целей диссертации поставлены следующие **задачи**:

- провести анализ существующих методов МКО объектов в организациях железнодорожного транспорта; осуществить выбор наиболее эффективных из них, обеспечивающих получение обоснованных управленческих решений;

- разработать методологию МКО и выбора управленческих решений при исследовании объектов с показателями различной природы, включая методики многомерного шкалирования объектов с количественными показателями, оценки объектов с показателями нечисловой природы, а также использования специальных методов экспертного оценивания объектов для учета существующих на практике ограничений и повышения чувствительности анализа;

- осуществить апробацию предлагаемых подходов при решении типовых задач оценки и принятия решений на примере анализа производственных объектов и персонала в обслуживающих и вспомогательных организациях железнодорожного транспорта;

- разработать рекомендации по использованию предложенных подходов в практической деятельности специалистов отрасли.

Объект исследования – производственные объекты и персонал вспомогательных и обслуживающих организаций железнодорожного транспорта.

Предметом исследования является обоснование методов и подходов для принятия управленческих решений по модернизации и развитию вспомогательных и обслуживающих производств железнодорожного транспорта на основе их многокритериальной оценки. Теоретической и методической основой диссертационного исследования являются труды отечественных и зарубежных ученых и специалистов по рассматриваемой проблематике – академиков Макарова И.М., Моисеева Н.Н., Поспелова Г.С., Емельянова С.В., Ларичева О.И., Журавлева Ю.М., а также Вентцель Е.С., Налимова В.В., Айвазяна С.А., Тюрина Ю.Н., Орлова А.И., Литвака Б.Г., Адлера Ю.П., Лисенкова А.Н., Козырева В.А. и других, Пирсона К., Хоттелинга Х., Кендала М., Стюарта А., Дэвида Г., Хармана Г., Лоули Д., Максвелла А., Кини Р., Райфа Х., Ричи Ш., Мартина П., Саати Т. и других.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных в диссертации задач использованы методология системного анализа, методы теории организации, управления человеческими ресурсами, теории вероятностей и математической статистики, планирования эксперимента, линейной алгебры, теории операций и математического моделирования.

Научная новизна исследований представлена следующими выносимыми на защиту результатами:

1. В рамках кибернетического подхода рассмотрены вопросы формализации и МКО объектов управления в задачах принятия решений по модернизации и развитию обслуживающих и вспомогательных производств железнодорожного транспорта с применением многомерного статистического анализа и процедур экспертного оценивания.

2. Разработана практическая методика многомерного шкалирования объектов с количественными показателями на основе метода главных компонент, позволяющая выявить типологию объектов и ответственные за нее индивидуальные показатели; впервые предложено использовать новый показатель интегральной оценки объектов – их радиус в пространстве первых главных компонент.

3. Для принятия решений при анализе объектов с показателями нечисловой природы развита методология экспертного оценивания таких объектов на основе метода анализа иерархий (МАИ), включающая предложенную процедуру достижения согласованности предпочтений экспертов, необходимую для практической реализации МАИ; разработано методико-алгоритмическое обеспечение для оценки приоритетов таких объектов.

4. Для задач с наличием ограничений и повышения чувствительности анализа рекомендованы и использовались в практических исследованиях процедуры экспертного оценивания по схеме неполноблочных планов и парных сравнений показателей объектов с учетом выраженности их предпочтений экспертом.

5. Разработаны рекомендации по организации исследований и использованию предложенных подходов в задачах принятия решений при оценке производственных объектов и персонала в организациях железнодорожного транспорта с учетом их специфики.

Теоритическая и практическая значимость работы. Проведенный в диссертации анализ типовых задач МКО и выбора управленческих решений позволяет формализовать постановку таких задач и обеспечить их эффективное решение с помощью предложенных подходов, используя статистические и экспертные методы. В работе решен весь комплекс вопросов, связанных с формализацией исследуемых объектов, организацией, проведением и анализом результатов исследований в такого рода задачах. Выполненные разработки по модернизации и развитию вспомогательных производств позволяют рекомендовать предлагаемые подходы в качестве типовой методики оценки и выбора

управленческих решений в такого рода задачах при исследовании объектов с показателями различной природы в организациях железнодорожного транспорта.

Реализация результатов исследований. Развитая методология МКО объектов и принятия решений была апробирована в практических задачах модернизации и развития вспомогательных и обслуживающих производств железнодорожного транспорта. В их числе: задачи профотбора и аттестации сотрудников организации по комплексу их деловых признаков и мотивации деятельности; экспертное оценивание объектов энергообеспечения (котельных в хозяйстве ОАО «РЖД») для выявления основных факторов, характеризующих их функционирование, а также для их модернизации с позиции ее возможных последствий на экологию, социальную сферу, экономику, надежность и износ оборудования; оценка вариантов месторасположения в перспективе зеносборочной базы для обслуживания Московской железной дороги; задачи ленд-девелопмента – выбора одного из земельных участков в Московском регионе для строительства на нем нового хозяйствующего объекта с целью его дальнейшего развития. Реализация развитых подходов для МКО исследованных объектов позволила принять обоснованные решения по их модернизации, совершенствованию и дальнейшему развитию, что невозможно было достичь традиционными методами. Показана возможность использования предложенных подходов в задачах оценки приоритетов мероприятий по обеспечению безопасности объектов железнодорожного транспорта.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности результатов, изложенных в диссертационной работе, подтверждается применением современных методов многомерного анализа, процедур экспертного оценивания и многофакторной оптимизации, привлечением большого числа научных работ ведущих ученых по исследуемой проблеме. Предлагаемые подходы апробированы при решении комплекса практических задач принятия управленческих решений, подтвердивших их эффективность.

Включенные в работу результаты исследований были представлены и докладывались на V Международном симпозиуме «Электрификация и развитие энергосберегающей инфраструктуры и электроподвижного состава на железнодорожном транспорте» (Санкт-Петербург, 2011), 12 и 13 Научно-практических конференциях «Безопасность движения поездов» (Москва, МИИТ, 2011, 2012), Третьей международной научно-практической конференции «Мировой опыт и отечественные

традиции управления человеческими ресурсами» М.: МГУ. 2012г., на совещаниях в ОАО «РЖД».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Работа изложена на 122 страницах, содержит 21 таблицу, 13 рисунков, состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности темы работы, формулируются цели и задачи исследования, отражены ее научная новизна и практическая значимость.

В первой главе «Характеристика типовых задач МКО объектов и принятия решений в организациях железнодорожного транспорта» дан обзор литературы и характеристика традиционных подходов к решению задач МКО при принятии решений в организациях железнодорожного транспорта. Проведен анализ недостатков таких подходов и ограничений при их практическом использовании. В рамках кибернетического подхода рассмотрена процедура формализации исследуемых объектов – представление их моделью «черного ящика», характеризующегося набором входных факторов и выходных показателей, с целью оценки наиболее существенных факторов и показателей, выявления типологии объектов и построения интегрального показателя их оценки, а также их количественных моделей. Показана возможность построения таких многофакторных моделей на примере зависимости КПД водогрейного котла от обуславливающих его факторов. Выделен комплекс основанных на достижениях современного многофакторного анализа методов для задач МКО и принятия решений, применимых на практике и доступных широкому кругу пользователей. В их числе методика многомерного шкалирования на основе метода главных компонент для объектов с количественными показателями, экспертное оценивание с использованием МАИ при анализе объектов с показателями нечисловой природы, а также специальные процедуры экспертного оценивания, учитывающие ограничения и обеспечивающие повышение чувствительности анализа.

Во второй главе «Методология МКО объектов управления с показателями различной природы в задачах выбора управленческих решений» рассмотрены теоретико-методологические вопросы использования предлагаемых подходов для решения таких задач. Первый раздел главы посвящен методологии многомерного шкалирования объектов с количественными показателями на основе

метода главных компонент. Он предусматривает переход от исходных коррелированных переменных (индивидуальных показателей объекта) к новым формальным переменным – главным компонентам (ГК). Эти ГК являются линейными комбинациями индивидуальных показателей; они ортогональны друг другу и упорядочены по величине изменчивости (дисперсии) исходных индивидуальных показателей, которую они объясняют. При этом первые две или три ГК могут объяснять 60 – 90% указанной общей изменчивости. Такой переход от большого числа исходных индивидуальных показателей к указанным 2 – 3 ГК соответствует сжатию исходной многомерной информации об объектах в форме, удобной для дальнейшего анализа и построения интегрального показателя для их многокритериальной оценки.

Проектируя выборку данных, соответствующих исследуемым объектам, на плоскости первых ГК, можно визуальнo выявить распадается ли анализируемая выборка объектов на группы, сколько таких групп и как далеко они отстоят друг от друга. Такая возможность связана с тем, что при указанном проектировании сохраняется взаимное расположение точек в анализируемой выборке. В силу ортогональности ГК в качестве меры расстояния между объектами можно использовать обычную метрику Эвклида. При этом отнесение объектов в различные группы можно проводить по величине радиусов точек, соответствующих объектам в пространстве ГК.

Например, в плоскости первых двух ГК, обозначаемых через z_1 и z_2 , каждой точке (каждому u -му объекту) будет соответствовать радиус

$$\rho_u = \sqrt{z_{1u}^2 + z_{2u}^2}.$$

Используя эту меру расстояния, вычисленную по нескольким ГК, объясняющих наибольшую часть общей изменчивости исходных признаков, можно осуществить интегральную оценку объектов по значениям такого радиуса, а также получить достаточно полное представление о наличии и возможности группировки объектов.

В диссертации представлена схема последовательных действий при многокритериальной аттестации персонала организации по комплексу деловых признаков (тестов) методом ГК от выбора тестов, характеризующих эти признаки, анализа их корреляционной матрицы до анализа двумерных проекций точек, соответствующих тестируемым индивидам на плоскости первых ГК для выявления их типологии и однородных групп. Принципиальным дополнением к такому обычному анализу данных методом ГК является наличие в этой схеме модуля вычисления радиуса точек в пространстве первых ГК, соответствующих анализируемым индивидам, как интегрального показателя их оценки.

Рассмотрены особенности интерпретации результатов анализа методом ГК в представленном формате для выявления типологии объектов, разделения их на группы, определения наиболее существенных индивидуальных показателей, обуславливающих указанную группировку. Проведение такого анализа в задачах аттестации персонала позволяет руководству принимать обоснованные решения по оценке возможностей сотрудников в деятельности организации с учетом их деловых качеств и планированию мероприятий по совершенствованию системы управления персоналом. Результаты подобного подхода при аттестации сотрудников ООО «Энергопромышленные технологии» – головной организации, выполняющей работы по энергоаудиту всего хозяйства котельных ОАО «РЖД», представлены в главе 3.

Во втором разделе главы представлены результаты методологических разработок для решения задач МКО объектов с показателями нечисловой природы экспертным способом, используя метод анализа иерархий. Согласно этому подходу, предложенному Т. Саати, исследуемые объект или систему представляют в виде некоторой иерархии – абстрактной структуры для изучения функциональных взаимодействий ее элементов между собой и воздействий на систему в целом. Такая иерархия изображается графом. Верхний нулевой уровень иерархии есть глобальный критерий системы, отражающий цель исследований. Следующий (первый) уровень иерархии представляют акторы (люди и организации, оказывающие влияние на принятие решений). На втором уровне расположены используемые критерии (техничко-экономические, экологические, показатели рисков и так далее) для оценки объектов (сравниваемых вариантов). На третьем уровне возможно структурирование критериев на подкритерии. Наконец, на последнем уровне иерархии представлены альтернативные варианты решений – сценарии прогнозируемых результатов, варианты проектов, сравниваемые объекты и тому подобное.

Для выбранного набора критериев (показателей) объектов экспертами проводится их оценка методом парных сравнений с целью получения их весов q_i – приоритетов, характеризующих степень их значимости для последующего определения итоговых приоритетов элементов следующего уровня иерархии – в нашем случае, сравниваемых объектов. В многоуровневых иерархиях приоритеты элементов каждого уровня используются для оценки приоритетов элементов следующего уровня. Парные сравнения элементов каждого уровня иерархии проводятся с использованием так называемой

фундаментальной шкалы отношений из девяти значений степени предпочтения, включая значения 1, 3, 5, 7, 9 и промежуточные 2, 4, 6, 8. При этом если степень предпочтения одного показателя (критерия) над другим есть x , то есть превосходит его в x раз, то степень предпочтения сравниваемого с ним показателя будет $1/x$. Такая шкала предпочтений предложена Т. Саати, исходя из ее связи с психофизическим законом Вебера-Фехнера, и отражает психометрические возможности человека.

Для каждого из k используемых критериев при анализе n сравниваемых объектов методом парных сравнений анализируют k матриц размером $n \times n$ с получением приоритетов ω_{ij} , $i = 1 \div k$, $j = 1 \div n$ каждого j -го объекта с точки зрения каждого i -го критерия. На заключительном этапе оценивают итоговые приоритеты каждого из сравниваемых объектов в виде линейной комбинации

$$\Pi_j = \sum_{i=1}^k q_i \omega_{ij}, j = 1 \div k \quad (*)$$

Если один или более из используемых критериев разбит на m отдельных подкритериев, то есть образуется дополнительный ярус иерархии, проводится их парные сравнения в матрице $m \times m$ с использованием фундаментальной шкалы и вычислением их весов q_{il} , $l = 1 \div m$. Далее эти значения q_{il} умножают на вес данного критерия q_i . При этом в выражении итогового показателя приоритетности сравниваемых объектов $\Pi (*)$, слагаемое, соответствующее этому критерию, представляется уже суммой m членов. Пример такой иерархии с $m = 3$ подкритериями в задаче лэнд-девелопмента рассмотрен в главе 4.

Процедура получения приоритетов, используя МАИ, дает содержательные результаты только в случае согласованности экспертных суждений – выполнения условий их транзитивности. С целью проверки указанной согласованности для каждой матрицы парных сравнений элементов на каждом уровне иерархии вычисляют две характеристики – индекс согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС) предпочтений экспертов. Индекс согласованности

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1},$$

где n – размерность матрицы парных сравнений элементов (критериев или объектов), $\lambda_{\max}$ – наибольшее собственное значение (число) такой матрицы.

Простой приближенный способ вычисления λ_{max} для случая, когда известен вектор приоритетов Π ($\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$), предусматривает сложение элементов каждого столбца матрицы парных сравнений и умножение полученного в результате вектора a ($a_1, a_2, \dots, a_n$) на нормированный вектор приоритетов $\tilde{\Pi}$

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n a_j \tilde{\Pi}_j.$$

Сравнивая ИС с так называемым случайным индексом согласованности (СИ) из таблицы 1 для выбранного числа n – размерности матрицы парных сравнений, получают значение $ОС = ИС/СИ$, которое должно быть меньше или равно 0,1. В противном случае эксперту следует пересмотреть свои приоритеты или даже саму иерархию – структурировать ее другим способом.

Таблица 1

Значения индекса СИ и λ_{max} для матриц парных сравнений

размерности n												
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СИ	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51	1,54
λ_{max}			3,10	4,26	5,44	6,62	7,81	8,98	10,16	11,34	12,51	13,69

В диссертации предложен формализованный подход к решению задачи достижения согласованности суждений экспертов – их корректировки методами многофакторной оптимизации для минимизации λ_{max} до приемлемых значений, полученных нами и представленных в таблице 1. При этом для корректировки исходных предпочтений экспертов, не отвечающих условию согласованности, возможно использовать комбинаторные планы неполного перебора вариантов, направленный поиск искомого варианта методом «крутого восхождения» или симплексным методом оптимизации (СМО).

При СМО приближение к оптимуму – матрице парных сравнений, отвечающей условию согласованности, осуществляется с каждым новым рассчитываемым вариантом. На каждом этапе СМО можно включить новый фактор (изменение значений другого критерия в матрице парных сравнений), добавив всего одну точку – вариант матрицы парных сравнений, которая с исходным симплексом будет образовывать симплекс большей размерности. Существенно, что СМО по двум факторам (критериям) – значениям предпочтений по функциональной шкале можно провести графически без вычислений.

Для достижения согласованности разработана последовательная процедура расчетов, в которой вначале изменяют значения одного фактора (предпочтения в матрице парных сравнений) и рассчитывают отношение согласованности ОС для такой новой матрицы, затем другого фактора и так далее пока набор вариантов не образует симплексный план. После расчета ОС в матрице, соответствующей варианту с худшим значением ОС, определяют вариант, являющийся зеркальным отображением указанного худшего, и соответствующее ему значение ОС. Если это значение не удовлетворяет условию $ОС < 0,1$, формируют новый симплекс, выявляют его худшую вершину, рассчитывают ОС в точке (варианте), являющейся зеркальным отображением худшего (или следующего по «хужести») варианта, и так далее пока не будет достигнут вариант удовлетворяющий условию согласованности $ОС < 0,1$. Детально рассмотрен пример последовательной корректировки исходных предпочтений эксперта с помощью СМО при сравнении трех объектов по одному из шести критериев в практической задаче лэнд-девелопмента.

В диссертации разработан рациональный, реализуемый средствами стандартного пакета *Mathcad*, алгоритм получения приоритетов сравниваемых элементов в матрице парных сравнений МАИ с процедурой корректировки суждений экспертов методами многофакторной оптимизации не по значениям ОС, а по вычисленным нами значениям λ_{max} из таблицы 1. При этом значение λ_{max} вычисляют через след матрицы **A** парных сравнений после многократного возведения ее в степень достаточное число раз k , то есть

$$\lambda_{max} = \sqrt[k]{trA^k}.$$

Созданное методико-алгоритмическое обеспечение существенно облегчает использование МАИ и позволяет избежать ошибок, возникающих при оценке приоритетов приближенным способом.

Отмечено, что несогласованность исходных предпочтений экспертов в МАИ может быть вызвана их недостаточной квалификацией, новизной оцениваемых объектов, особенностями используемой фундаментальной шкалы отношений. Корректировку таких предпочтений рекомендовано проводить с обсуждением новых значений предпочтений в матрице парных сравнений с экспертами. Предлагаемая общая схема организации экспертизы при использовании МАИ включает проведение предварительной экспертизы, обсуждение ее результатов, корректировку (возможно

многоэтапную) суждений экспертов с привлечением получаемой новой информации и даже включением новых специалистов в состав экспертной группы.

В заключительной части главы рассмотрены специальные приемы экспертного оценивания, учитывающие реально существующие на практике ограничения и обеспечивающие повышение чувствительности анализа. В частности, при большом числе факторов (показателей), характеризующих различные свойства объекта, когда для их оценки трудно подобрать большую группу экспертов широкой квалификации, рекомендовано проводить экспертное оценивание по схемам неполноблочных сбалансированных планов типа ВІВ-схем с параметрами v, b, r, k, λ , которые обеспечивают оценку показателей с одинаковой точностью. При этом для оценки v показателей общее число b экспертов разбивают на r групп, в каждой из которых по k членов, и каждый из членов группы может квалифицированно оценить только k показателей, причем каждая пара показателей совместно встречается в плане одинаковое число раз λ .

С целью повышения чувствительности экспертного оценивания при сравнении объектов по комплексу индивидуальных количественных показателей предложено использовать процедуру парных сравнений этих показателей с учетом выраженности их предпочтений экспертом по специальной шкале, например, с уровнями 6/0, 5/1, 4/2, 3/3, соответствующими сильному, среднему, слабому, или отсутствию такого предпочтения. Далее получают интегральный показатель для оценки каждого из сравниваемых объектов в виде линейной

комбинации $Y = \sum_{j=1}^k a_j y_j$ нормированных значений k индивидуальных

показателей y_j с весами a_j , полученными вышеуказанным методом парных сравнений. Примеры принятия решений на основе использования таких специальных методов экспертного оценивания объектов в организациях железнодорожного транспорта рассмотрены в главе 4.

В третьей главе «Аттестация сотрудников организации по их деловым качествам и мотивации деятельности для последующего принятия управленческих решений» представлены результаты применения предложенной методики многомерного шкалирования методом ГК в задачах аттестации персонала ООО «Энергопромышленные технологии». На первом этапе методом ГК проводилась оценка 51 сотрудника по 12 факторам мотивации их

деятельности, выделенных в классической работе по этой проблеме Ричи Ш. и Мартина П.¹. Из анализа проекций точек, соответствующих обследуемым сотрудникам, на плоскость ГК1-ГК2 выявлено, что исследованный контингент можно условно разделить на 5 групп (рисунок 1).

При этом особо выделяется по высокому уровню общей мотивации (радиусу точки) сотрудник 48 и далее сотрудники 24 и 26. Следующую вторую группу образуют сотрудники 7, 13 и 19. Далее следует третья группа сотрудники с номерами 21, 25, 29, 30, 33, 34, 37, 38, 45, 49.

Наибольшими по численности являются две оставшиеся группы слева и справа от начала координат по ГК1 со средним и умеренным уровнем общей мотивации – значениями радиуса r . Все перечисленные группы, как указывалось выше, четко разделяются по значениям первой главной компоненты ГК1, то есть по входящим в выражение этой компоненты $ГК1 = \sum a_i y_i$ исходным индивидуальным показателем y_i с наибольшими коэффициентами a_i .

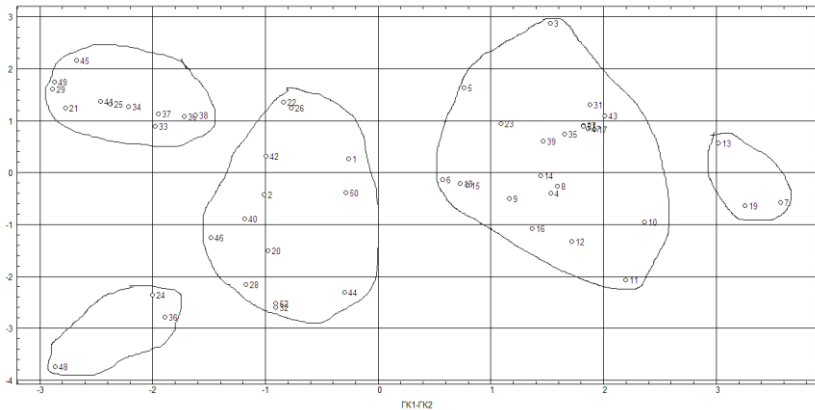


Рисунок 1. Проекция точек на плоскость ГК1-ГК2 в задаче аттестации персонала по мотивации их деятельности

Анализ проекций точек на плоскости ГК1-ГК3 и ГК2-ГК3 показал, что указанное разбиение на группы протестированных сотрудников в

¹ Ричи Ш., Мартин П. Управление мотивацией (пер. с англ.). М.: Юнити-Дана, 2004.

целом сохраняется. Из анализа этих проекций и величины соответствующего радиуса ρ_{123} точек, вычисленного по первым трем главным компонентам, можно судить об уровне общей мотивации каждого сотрудника и их разбиении на однородные группы для выявления исходных признаков, ответственных за такую группировку.

На втором этапе методом ГК указанная выборка сотрудников анализировалась по комплексу 9 деловых признаков: y_1 – лидерство, y_2 – мотивация достижения успеха, y_3 – ответственность, y_4 – коммуникативные умения, y_5 – стрессоустойчивость, y_6 – профессиональная компетентность, y_7 – эмпатия, y_8 – организованность, y_9 – мотивационный профиль. При этом выявлено, что анализируемая выборка сотрудников по значениям этих показателей оказалась более однородной, чем по показателям мотивации. Тем не менее, по проекциям точек (соответствующих сотрудникам) на плоскости ГК1-ГК2, ГК1-ГК3 и ГК2-ГК3 визуально прослеживалось их четкое разбиение на 3 группы с разными значениями радиусов ρ_{123} индивидов, входящих в эти группы (рисунок 2).

Согласно полученному выражению для ГК1 наиболее информативными исходными показателями по которым различаются эти группы оказались y_8 , y_9 , y_6 , y_5 и y_1 .

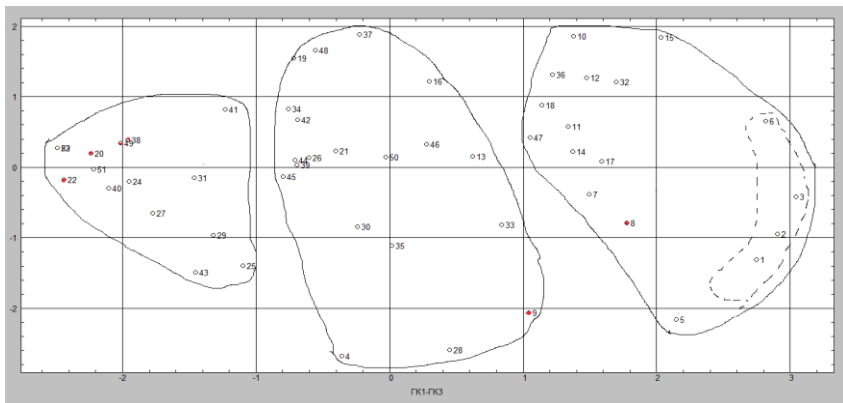


Рисунок 2. Проекции точек на плоскости ГК1-ГК2 при аттестации персонала по их деловым качествам

Полученные значения интегрального показателя ρ_{123} для каждого сотрудника и выявление наиболее информативных для их группировки исходных показателей дают руководству объективную информацию

для принятия решений о возможностях использования сотрудников в деятельности организации с учетом их деловых качеств; обеспечения их профессионального роста и направленного формирования кадрового потенциала организации.

На основе проведенных исследований по аттестации персонала в ООО «Энергопромышленные технологии» был разработан комплекс мероприятий по совершенствованию системы управления персоналом, включая создание автоматизированных информационных систем «Оценка персонала» и «Управление проектной деятельностью», обеспечивающих поддержку принятия решений в задачах профотбора, аттестации и мотивации деятельности сотрудников с использованием метода ГК. В частности, при определении величины премии сотрудникам по результатам оценки значений комплекса показателей их деятельности, проводимой руководителями департаментов, предусмотрено определение значения интегрального показателя успешности деятельности сотрудника не только по сумме указанных показателей, но и в виде соответствующего радиуса в пространстве первых ГК.

В четвертой главе «Управленческие решения на основе многокритериальной оценки объектов вспомогательных производств экспертными методами» рассмотрено применение разработанной методики МАИ, включающей процедуру достижения согласованности экспертов, а также специальных методов экспертного оценивания для принятия решений при исследовании объектов энергообеспечения (котельных в хозяйстве ОАО «РЖД») с целью выявления основных факторов, характеризующих их функционирование, а также с позиции оценки последствий проведения модернизации котельных по комплексу нечисловых показателей; при сравнении вариантов месторасположения в перспективе звеносборочной базы для обслуживания Московской железной дороги, при профотборе претендентов на вакансии в ООО «Энергопромышленные технологии» и решении задач лэнд-девелопмента.

В первой задаче с использованием МАИ проводилось сравнение трех типов котельных в хозяйстве ОАО «РЖД» при их модернизации с позиции ее последствий по комплексу показателей для принятия решений о выборе наиболее предпочтительной котельной для такой модернизации. Рассматривалось мероприятие по замене мазутных горелок на более современные на трех реальных котельных, принадлежащих дирекции по тепловодоснабжению Дальневосточной железной дороги – филиала ОАО «РЖД». В данном случае сравнивали:

А – котел Е-2,5-1,4 ГМ (профилакторий г. Железнодорожный), В – котел ДЕ-10-14 ГМО (станция Облучие-1), С – котел Е-6,5-1,4-225 С (станция Вяземское депо).

Все котельные оборудованы паровыми котлами и несут производственно-отопительную нагрузку. По результатам газового анализа измеренная концентрация NO_2 и SO_2 выходящих газов превышает допустимые нормы, устанавливаемые на выхлопном тракте фильтры отсутствуют. В данной задаче для обоснования выбора из трех указанных котельных той, на которой целесообразно провести замену мазутных горелок на более современные автоматизированные и экологичные, использовали следующие 5-и показателей (критериев):

K_1 – экология (влияние мероприятия на окружающую среду; снижение или увеличение выбросов, образование опасных отходов, изменения в окружающей среде в процессе строительства из-за выемки грунта);

K_2 – социальная сфера (влияние мероприятия на изменения в социальной сфере: применение автоматизации сокращает затраты предприятия, но при этом сокращаются и рабочие места, поэтому необходимо предусмотреть программы повышения квалификации и переобучения действующего персонала; снижается потребность в низкоквалифицированных кадрах и увеличивается потребность в высококвалифицированных кадрах; для их отбора потребуются тестовые испытания и соответствующие затраты);

K_3 – экономика (влияние мероприятия на экономические аспекты, то есть экономический эффект от внедрения мероприятия);

K_4 – надежность и безопасность работы котлоагрегатов (влияние мероприятия на повышение безопасности и надежности их функционирования через запланированную модернизацию);

K_5 – износ оборудования (влияние мероприятия на увеличение срока службы и износ оборудования).

При решении поставленной задачи с использованием МАИ и процедуры достижения согласованности экспертов были получены матрицы парных сравнений выбранных 5-и критериев, матрицы сравнений трех котлов по каждому из критериев, значения итоговых приоритетов сравниваемых котлов с точки зрения указанной модернизации. Вычисленные приоритеты критериев и итоговые приоритеты сравниваемых котлов представлены в таблицах 2, 3. Как следует из таблицы 3 наиболее целесообразно с точки зрения выбранных критериев проводить предлагаемую модернизацию на первом из перечисленных котлов с приоритетом

$$P_A = 0,49 > P_C = 0,28 > P_B = 0,23.$$

Таблица 2

Матрица парных сравнений критериев

		Экология	Соц. сфера	Экономика	Надежность	Износ	Приоритеты
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	
Экология	K ₁	1,00	2,00	2,00	2,00	7,00	0,33
Соц. сфера	K ₂	0,50	1,00	2,00	2,00	3,00	0,20
Экономика	K ₃	0,50	0,50	1,00	7,00	5,00	0,21
Надежность	K ₄	0,50	0,50	0,14	1,00	7,00	0,22
Износ	K ₅	0,14	0,33	0,20	0,14	1,00	0,04
$\lambda = 5,42; OC = 0,09$							

Таблица 3

Итоговые приоритеты сравниваемых котельных

	0,33	0,20	0,21	0,22	0,04	Итоговые приоритеты
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	
A	0,49	0,49	0,53	0,48	0,49	0,49
B	0,14	0,14	0,37	0,33	0,37	0,23
C	0,37	0,37	0,16	0,19	0,14	0,28

Полученные с помощью МАИ результаты – приоритеты сравниваемых котельных с позиции последствий их модернизации, были позже частично подтверждены соответствующими инженерно-экономическими расчетами, показавшими получение реального экономического эффекта и существенное улучшение экологической ситуации в зоне работы котельной. Разработанная методика такого экспертного оценивания для принятия решений по модернизации котельных с учетом их приоритетности и оценкой экономической эффективности таких мероприятий и улучшения экологической обстановки в условиях ограниченных ресурсов на одновременную модернизацию всех сравниваемых объектов может быть рекомендована для использования в ОАО «РЖД».

Во второй задаче проводилось сравнение возможных вариантов расположения в перспективе звеносборочной базы для обслуживания Московской железной дороги в трех пунктах: А – район станции Лихоборы, В – станция Софрино, С – станция Домодедово по комплексу 7-и показателей:

K₁ – возможность расширения производственной мощности базы с учетом стоимости земельного участка;

K₂ – близость и доступность базы к месту проведения работ;

K_3 – наличие основы для создания базы соответствующей мощности;

K_4 – наличие соответствующей рабочей силы;

K_5 – возможность создания бытовых условий для работников базы;

K_6 – производственная мощность для выполнения объема работ;

K_7 – возможность обслуживания вневедомственных потребителей услугами базы.

Полученные с использованием МАИ итоговые приоритеты сравниваемых месторасположений базы представлены в таблице 4.

Таблица 4

Итоговые приоритеты сравниваемых вариантов
месторасположения базы

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	Итоговые приоритеты
	0,28	0,13	0,16	0,07	0,06	0,15	0,14	
А	0,07	0,48	0,53	0,65	0,33	0,49	0,48	0,36
В	0,65	0,33	0,31	0,23	0,33	0,37	0,33	0,40
С	0,28	0,19	0,16	0,12	0,33	0,14	0,19	0,24

Из последней таблицы следует, что наиболее предпочтительным по комплексу выбранных критериев является вариант расположения базы в районе станции Софрино с приоритетом

$$P_B = 0,40 > P_A = 0,36 > P_C = 0,24.$$

В третьей задаче рассмотрено использование МАИ с процедурой достижения согласованности предпочтений экспертов при обосновании выбора одного из трех земельных участков в Московском регионе для возможного строительства на нем обслуживающего предприятия – учебного центра с гостиницей с целью его дальнейшего развития. Экспертное сравнение участков осуществляли по следующим 6-и показателям:

K_1 – местоположение участка (транспорт, развязки, магистрали, метро, вокзалы, аэропорт);

K_2 – коммуникации (наличие газо-, электро- и теплоснабжения);

K_3 – хозяйственная освоенность (наличие улучшений);

K_4 – общие параметры участка (площадь, размер, геология, форма);

K_5 – стоимость участка, размер инвестиций;

K_6 – юридическая чистота приобретения участка.

Особенность рассматриваемой схемы иерархии состояла в том, что один из критериев – K_2 был представлен тремя подкритериями,

характеризующими наличие на земельном участке газа, электричества и теплоснабжения (см. рисунок 3).

Используя МАИ и предложенную процедуру согласованности суждений экспертов, были получены матрицы парных сравнений выбранных критериев и подкритериев, матрицы сравнений участков по каждому из них и оценки итоговых приоритетов каждого из сравниваемых участков (см таблицу 5):

$$П_B = 0,44 > П_C = 0,29 > П_A = 0,27.$$

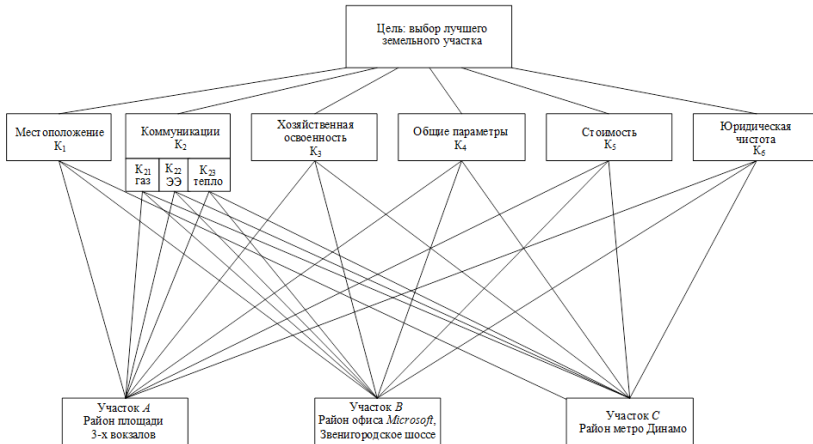


Рисунок 3. Схема иерархии в задаче лэнд-девелопмента

Таблица 5

Итоговые приоритеты сравниваемых земельных участков

	K1	K2			K3	K4	K5	K6	Итоговые приоритеты
		0,25							
	0,27	K21	K22	K23	0,15	0,11	0,17	0,05	
		0,65	0,26	0,09					
A	0,54	0,14	0,32	0,32	0,10	0,49	0,10	0,09	0,27
B	0,12	0,72	0,11	0,11	0,61	0,37	0,61	0,65	0,44
C	0,34	0,14	0,57	0,57	0,29	0,14	0,29	0,26	0,29

В этой же главе представлены результаты экспертного оценивания по схеме неполноблочного ВІВ-плана с параметрами $v = 9$, $b = 12$, $r = 4$, $k = 3$, $\lambda = 1$ девяти факторов, характеризующих качество теплоснабжения потребителей ОАО «РЖД» котельной большой

мощности. В результате проведенного анализа выявлено 5 наиболее существенных факторов, по которым должна осуществляться модернизация и совершенствование таких котельных, и на эти факторы должно быть обращено первоочередное внимание энергоаудиторов котельных. В другой рассматриваемой задаче проводилось МКО по 4 м деловым показателям 6 претендентов на вакансии в ООО «Энергопромышленные технологии» методом парных сравнений с учетом выраженности предпочтений указанных показателей экспертом (работодателем). По полученным значениям интегрального показателя оценки претендентов $Y = \sum_{j=1}^k a_j y_j$ были отобраны три

претендента с наибольшими значениями такого показателя.

В заключительной части главы показана возможность использования МАИ для оценки приоритетов мероприятий по обеспечению безопасности объектов железнодорожного транспорта. Проведена формализация поставленной проблемы в виде представления ее иерархией, вершиной которой является цель системы – обеспечение безопасности объекта. Первый уровень иерархии соответствует факторам – причинам, ответственных за нарушение безопасности, а следующий уровень соответствует мероприятиям по обеспечению безопасности, оценки итоговых приоритетов которых могут быть использованы для принятия обоснованных решений по выбору первоочередных из них.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение качества управленческих решений в задачах организации производства, его модернизации и развития можно достигнуть, используя современную методологию многокритериальной оценки объектов такого производства. В диссертационной работе содержится решение имеющей существенное значение для организации производства задачи обеспечения качества и обоснованности управленческих решений по модернизации и развитию вспомогательных и обслуживающих производств железнодорожного транспорта на основе их многокритериальной оценки. В ходе выполнения исследований проведен анализ существующих подходов к оценке объектов указанных производств в задачах принятия управленческих решений, осуществлен выбор наиболее эффективных из них, разработаны практические методики решения таких задач, проведена их успешная апробация.

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. В рамках кибернетического подхода рассмотрены вопросы формализации объектов управления в организациях железнодорожного

транспорта; разработана методология их многокритериальной оценки с использованием современных статистических и экспертных подходов для принятия управленческих решений по модернизации вспомогательных производств отрасли на примере анализа их производственных объектов и персонала.

2. Предложенные подходы с использованием метода ГК, МАИ, специальных процедур экспертного оценивания, а также многофакторных моделей позволяют обеспечить обоснованность и качество управленческих решений при анализе исследуемых объектов с показателями различной природы в организациях железнодорожного транспорта, разумно распределить ресурсы на модернизацию таких объектов. С их помощью достигается учет корреляций индивидуальных показателей объектов, в существенной мере избавление от субъективизма экспертного оценивания их весов; в процессе многоэтапного оценивания показателей сложных иерархий для таких объектов обеспечивается получение экспертами новых знаний о значимости таких показателей, учет существующих на практике ограничений, повышение чувствительности и информативности проводимого анализа.

3. Выполненные разработки успешно апробированы при решении комплекса практических задач МКО и выбора управленческих решений по модернизации обслуживающих и вспомогательных производств железнодорожного транспорта, в том числе при анализе объектов энергообеспечения (котельных в хозяйстве ОАО «РЖД»), при профотборе и аттестации персонала организации, выборе вариантов месторасположения звеносборочной базы для обслуживания Московской железной дороги, в задачах лэнд-девелопмента по оценке производственных площадей и земельных участков для размещения обслуживающих предприятий отрасли. При этом получены обоснованные решения по модернизации и развитию анализируемых объектов, которые не могли быть достигнуты традиционными методами.

4. Предложено использовать разработанные подходы для выявления типологии котельных в хозяйстве ОАО «РЖД» по комплексу их показателей с целью разработки специализированных рекомендаций по энергоаудиту котельных, а также в задачах оценки приоритетов мероприятий по обеспечению безопасности объектов железнодорожного транспорта.

5. На основе выполненных в диссертации научно-методических исследований разработаны практические рекомендации по организации

исследований и применению предложенных подходов в практической деятельности специалистов отрасли.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Лисенков А.Н. Проблемы формализации и многокритериального оценивания объектов управления в организациях железнодорожного транспорта / А.Н. Лисенков, **И.В. Кузнецов**, Д.В. Сербиненко, И.А. Косарев // Вестник ВНИИЖТ. – 2011. – №5. – С. 34–40.

2. Лисенков А.Н. Формализация и экспертное оценивание в задачах энергосбережения / А.Н. Лисенков, **И.В. Кузнецов**, Д.В. Сербиненко // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2011. – №2. – С. 26–29.

3. Рогатнев Ю.М. Лэнд-девелопмент в системе развития единого объекта недвижимости. Землеустройство / Ю.М. Рогатнев, **И.В. Кузнецов** // Кадастр и мониторинг земель. – 2010. – №5. – С. 34–38

Научные статьи в других изданиях

4. Лисенков А.Н. Достижение согласованности мнений экспертов при оценке безопасности объектов с показателями нечисловой природы / А.Н. Лисенков, **И.В. Кузнецов** // Безопасность движения поездов: Труды 12-й научно-практической конференции. М.: МИИТ, 2011. – С. I–9÷I–10.

5. Кузнецов И.В. Многокритериальная аттестация сотрудников организации по мотивации их деятельности / **И.В. Кузнецов**, И.А. Косарев // Безопасность движения поездов: Труды 12-й научно-практической конференции. М.: МИИТ, 2011. – С. X1V–80–X1V–81.

6. Лисенков А.Н. Многокритериальная оценка объектов управления с показателями нечисловой природы / А.Н. Лисенков, **И.В. Кузнецов** // Методы менеджмента качества. – 2012. – №6. – С. 22–28..

7. Кузнецов И.В. Многокритериальная оценка объектов с показателями нечисловой природы в задачах управления человеческими ресурсами / И.В. Кузнецов, А.Н. Лисенков, И.Е. Осипов // Мировой опыт и отечественные традиции управления человеческими ресурсами: Материалы 3-й международной научно-практической конференции. М.: МГУ, 2012. – С. 37–39.

8. Лисенков А.Н. О методологии оценки приоритетов мероприятий по обеспечению безопасности объектов железнодорожного транспорта / А.Н. Лисенков, **И.В. Кузнецов**, И.А. Косарев // Безопасность движения поездов: Труды 13-й научно-практической конференции. М. МИИТ, 2012. – С. I–4 ÷ I–5.

КУЗНЕЦОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ

**УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ИХ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ**

Специальность 05.02.22 – Организация производства (транспорт)

Подписано к печати

Формат 60x80 1/16

Объем 1,5 п.л.

Заказ

Тираж 80 экз.

УПЦ ГИ МИИТ, ГСП-4, Москва, 127994, ул. Образцова, д. 9, стр. 9