

На правах рукописи



КОТЕНКО АЛЕКСЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

**МЕТОДОЛОГИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Специальность 05.22.08 – Управление процессами перевозок

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
доктора технических наук**

23 ОКТ 2014

Санкт-Петербург
2014



005553642

Работа выполнена на кафедре «Управление эксплуатационной работой» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВПО ПГУПС).

Научный консультант:

Кудрявцев Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Зубков Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой» ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения»;

Тимухина Елена Николаевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Управление эксплуатационной работой» ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения»;

Дмитренко Алексей Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Управление эксплуатационной работой» ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет путей сообщения».

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВПО СамГУПС).


Защита состоится «28» ноября 2014 г. в 13 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 218.008.02 на базе ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» по адресу: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, ауд. 7-320.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО ПГУПС (www.pgups.ru), а также на сайте Минобрнауки РФ (www.vak.ed.gov.ru).

Автореферат разослан «10» октября 2014 г.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью, просим направлять в адрес диссертационного совета университета.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук

 Дмитрий Викторович Ефанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Необходимость повышения качества формирования и контроля показателей работы железнодорожного транспорта, направленных на улучшение технологических параметров производства, рост уровня организации труда и повышение степени освоения научно-технического прогресса, призванных установить тесную связь между стратегическими целями ОАО «РЖД» и краткосрочными задачами производственной деятельности, требует применения новых подходов к планированию качественных показателей эксплуатационной работы.

Предпосылками поиска новых методов планирования показателей эксплуатационной работы стали практические и научные результаты, полученные в ходе создания модели бюджетного управления Холдингом «РЖД». Опыт специалистов и ученых отрасли, накопленный за годы деятельности Компании в условиях рынка, показал, что решение задач формирования и контроля сбалансированных параметров бюджета производства невозможно без анализа прогнозов отклонений эксплуатационных показателей от целевых заданий и формирования упреждающих мер по их минимизации.

Практика планирования также настойчиво требует внедрения методов сквозного (год-квартал-месяц) опережающего контроля отклонений эксплуатационных показателей, основанного на экономических критериях их допустимости и ориентированного на минимизацию рисков отклонений. Обзор современных тенденций развития процессов планирования показателей позволяет определить формальную основу таких методов – риск-ориентированный подход, базирующийся на установлении логики между событийным (на линейном уровне) и информационно-статистическим (на региональном и сетевом уровнях) описанием эксплуатационной работы, снятии неопределенности в оценках случайных факторов при прогнозировании отклонений; использовании инструментов адресного определения мер по снижению рисков отклонений; механизмов, устанавливающих связь между результативностью производственной деятельности и реальными процессами планирования показателей.

Анализ применяемой в настоящее время теории расчета эксплуатационных показателей, методов факторного и статистического моделирования эксплуатационной работы, показывает недостаточность методологической проработки вопросов планирования для реализации риск-ориентированного подхода. Это определяет тему исследования, которая характеризуется определенной степенью разработанности.

Основы расчёта показателей работы железных дорог заложены в трудах И.И. Васильева, П.Я. Гордеенко, Е.С. Сергеева и др., в которых дано обоснование технического планирования эксплуатационной работы на базе плана перевозок, графика движения и плана формирования поездов. Дальнейшее развитие проблема планирования эксплуатационных показателей получила в работах Н.А. Воробьёва, Ю.В. Дьякова, И.И. Зубкова, А.Д. Каретникова, П.А. Козлова, Ф.П. Кочнева, А.М. Макаровичина, Б.М. Максимовича, Д.А. Мачерета, А.П. Петрова, А.И. Сметанина, И.Б. Сотникова, И.Г. Тихомирова, А.К. Угрюмова, А.Н. Фролова, В.Н. Щегловитова и мн. др., благодаря которым были усовершенствованы расчёты показателей графика движения поездов, организации вагонопотоков, планирования перевозок, технического нормирования эксплуатационной работы, и на этой основе уточнены формы зависимостей эксплуатационных показателей и анализа их выполнения в современных условиях нашли отражение в работах специалистов и учёных отрасли М.А. Аветикяна, А.Ф. Бородина, Г.М. Грошева, А.В. Дмитренко, В.Н. Зубкова, В.А. Кудрявцева, Б.М. Лapidуса, В.Н. Морозова, А.Т. Осьминина, М.П. Терёшиной, Е.Н. Тимухиной, В.А. Шарова и др.

Методам управления рисками, проблемам интеграции логического и вероятностного подходов к анализу рисков, вопросам формализации задач анализа и синтеза систем управления в условиях риска посвящены исследования отечественных ученых В.С. Викторовой, Ю.Л. Воробьева, А.Е. Городецкого, В.В. Дубаренко, А.А. Ерофеева, Г.А. Ершова, В.Е. Кузнецова, Г.Г. Малинецкого, Н.А. Махутова, А.С. Можаяева И.А. Рябинина, Е.Д. Соложенцева, И.И. Кузьмина и мн. др., а также зарубежных авторов, та-

ких, как Г. Боллерслев, Дж. Бароне-Адези, Р. Энгль, Э. Хенли, Х. Кумамото и др.

Проблемы анализа и оценки рисков на железнодорожном транспорте исследовались учеными и специалистами отрасли В.А. Гапановичем, А.М. Замышляевым, Р.А. Кожевниковым, А.Е. Красковским, И.М. Кокуриным, З.П. Межох, Е.Н. Розенбергом, В.В. и Вл.В. Сапожниковыми, И.Б. Шубинским и др.

Научные труды перечисленных авторов широко известны и признаны. Однако постоянно развивающиеся технологии управления перевозочной деятельностью ставят новые проблемы в области планирования эксплуатационных показателей и определяют потребность в новых исследованиях. При этом, широкая номенклатура показателей и влияющих на них факторов обуславливают необходимость ограничения области конкретных изысканий. В данной работе такое ограничение связано с особенностями технологии планирования эксплуатационной работы и определяется особой ролью качественных эксплуатационных показателей – среднего веса брутто поезда грузового движения, средней участковой скорости движения грузовых поездов и среднесуточной производительности локомотива грузового движения, положенных в основу формирования параметров бюджета производства ОАО «РЖД».

В этой связи, целью исследования стала разработка методологии риск-ориентированного планирования на примере качественных эксплуатационных показателей железных дорог. Для реализации поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- 1) сформировать научную парадигму планирования эксплуатационных показателей на базе риск-ориентированного подхода, включающую концепцию, принципы и порядок планирования, подход к минимизации риска отклонений и оценке качества планируемых показателей;
- 2) разработать метод прогнозирования отклонений эксплуатационных показателей, основанный на факторном моделировании показателей и формализации влияния случайных факторов на величину отклонений, агрегировании отклонений по уровням планирования;

- 3) предложить метод оценки риска отклонений показателей, включающий моделирование сценариев действия случайных факторов и логический вывод вероятностных характеристик риска отклонений, определение способа индикации потерь от реализации риска, разработку приёмов снижения вычислительной сложности процедур оценки риска и их автоматизации;
- 4) дать оценку эффекта от внедрения предложенных методов планирования качественных эксплуатационных показателей.

Научная новизна работы состоит в том, что в результате исследования

сформулирована концепция интеграции процедур оценки риска отклонений эксплуатационных показателей в корпоративную систему бюджетного управления, составившая основу методологии риск-ориентированного планирования показателей;

определены принципы адекватности, адресности, альтернативности, адаптивности, непрерывности, параллельности и автоматизации процессов риск-ориентированного планирования эксплуатационных показателей, соблюдение которых позволяет установить связь между целями Компании и реальными задачами эксплуатационной работы и обеспечить гарантии достижения целевых параметров эксплуатационных показателей;

обосновано содержание факторного моделирования отклонений эксплуатационных показателей, базирующееся на комбинации событийного, логического и информационно-статистического описания технологии эксплуатационной работы;

раскрыт способ установления характера и силы влияния случайных факторов – технологических событий – на отклонения эксплуатационных показателей, включающий определение логики действия факторов на основе арифметизации факторных характеристик и последовательного картирования отклонений в рамках деревьев событий и факторов.

Теоретическая значимость работы обусловлена ее новизной и заключается в постановке и решении важной для железных дорог проблемы планирования качественных показателей эксплуатационной работы на основе риск-ориентированного подхода.

Практическая ценность работы состоит в разработке инженерных методик прогноза и оценки риска отклонений эксплуатационных показателей, определении методов и средств организации риск-ориентированных процедур расчета отклонений показателей в системе годового и месячного планирования эксплуатационной работы ОАО «РЖД».

В основу решения поставленных задач **положены методы** системного подхода, факторного анализа, теории принятия решений, математической логики, вычислительной математики и имитационного моделирования.

По итогам исследования на защиту выносятся:

1. Порядок планирования эксплуатационных показателей, устанавливающий связь между событийным и статистическим способами моделирования показателей на основе включения процедур оценки и обработки риска их отклонений.

2. Подход к минимизации риска отклонений эксплуатационных показателей, сформулированный в терминах: факторы – показатель – планируемое значение – целевое задание – отклонение – риск, отличающийся использованием механизмов учета влияния случайных факторов, определяющих риски отклонений.

3. Метод прогнозирования отклонений эксплуатационных показателей, включающий многоступенчатый факторный анализ, основанный на расширении границ факторной системы показателей за счет множества случайных факторов – технологических событий, относимых отраслевыми документами к технологическим нарушениям и фиксируемых действующими системами учета.

4. Метод оценки риска отклонений эксплуатационных показателей, основанный на моделировании сценариев действия случайных факторов, формировании логических уравнений сценариев и соответствующих векторов вероятностей аргументов логических функций, уточнении состава сценариев и построении многочленов расчетных вероятностных функций риска.

Достоверность научных положений подтверждена совпадением расчётных значений эксплуатационных показателей и их фактических зна-

чений, практической реализацией исследований на сети железных дорог РФ.

Реализация работы. Полученные в диссертации результаты начиная с 2011 г. используются специалистами экономической службы Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» (Акт от 16.11.2011 г. об использовании результатов НИР по Договору №721 от 8.07.2011 г., шифр 1.004.Р) в качестве «методических материалов по обоснованию целевых значений показателей использования подвижного состава, мониторингу изменений их параметров, а также при анализе производственной деятельности в части движения поездов».

Материалы настоящего исследования легли в основу научно-практической работы (Справка №ДО-8 от 6.05.2011 г., выданная Окт. Дирекцией управления движением) по «обоснованию состава контрольных (плановых и отчетных) показателей, номенклатуры учетных и аналитических показателей, показателей эффективности деятельности региональной дирекции управления движением, оценки факторов риска их выполнения», проводимой в рамках пилотного проекта по созданию Дирекции управления движением на Октябрьской ж. д. в 2009–2010 г.г.

Отдельные положения исследования (Справка №1912/ЦБЗ от 27.04.2011 г., выданная Департаментом безопасности ОАО «РЖД») использованы при разработке методики рационального выбора состава комплекса средств защиты информации и алгоритма оценки экономической эффективности мер безопасности в системе диспетчерского управления (2005 г.), а также при проведении работ по оценке потерь от нарушения информационной безопасности критических сегментов Дорожных центров управления перевозками Октябрьской, Северо-Кавказской, Приволжской, Западно-Сибирской, Южно-Уральской, Красноярской и Восточно-Сибирской ж. д. (2006–2007 г.г.).

Материалы диссертации вошли в учебные программы по специальности 190401 «Эксплуатация железных дорог».

Апробация работы. Основные результаты исследования были представлены на 23-х Международных научных и научно-практических конференциях в гг. Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Гомель, Сочи, Самара;

11-ти Всероссийских, Межрегиональных, Межведомственных и Региональных научно-практических и научно-технических конференциях в гг. Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Сочи, Хабаровск; заседаниях кафедр «Управление эксплуатационной работой», «Информационные и вычислительные системы» и «Информатика и информационная безопасность» ФГБОУ ВПО ПГУПС.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 49 печатных работ, из них 16 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования материалов докторских диссертаций, учебник и 5 учебных пособий для вузов (авторских 17 п. л.).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Она содержит 264 страницы основного текста, 77 рисунков, 34 таблицы, список литературы из 243 наименований и 6 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, дана общая характеристика проблемы, определены направления исследования.

В первой главе диссертации проведен анализ современного развития теории и практики планирования показателей эксплуатационной работы (ЭР).

Основы планирования количества и качества ЭР заложены в 30-х гг. XX в. и, в целом, сохраняют своё значение до настоящего времени. Однако, в ходе реформирования отрасли, начиная с 2001 г., в системе планирования показателей произошли существенные изменения (рис. 1): автоматизирован и нацелен на расчет количественных показателей процесс технического нормирования; изменилось содержание планов направления поездов и заданий по обороту вагона; технико-экономическое планирование заменила система бюджетирования, объединившая стоимостные и производственные показатели в рамках функциональных бюджетов и сосредоточившая годовые показатели качества ЭР в сводном бюджете производства – отражении производственной программы компании на предстоящий период.

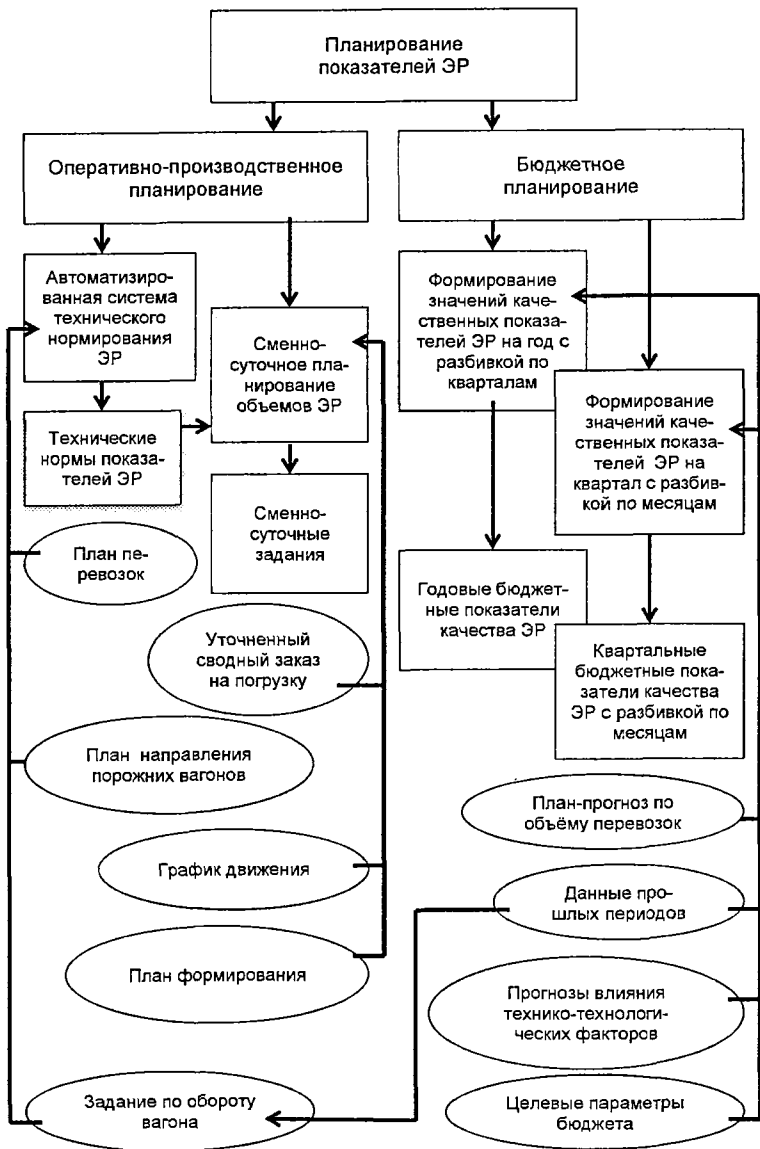


Рис. 1. Существующая система планирования показателей ЭР

Формирование значений таких показателей на сетевом и региональном уровнях в соответствии с параметрами стратегической программы развития ОАО «РЖД» придает им статус целевых заданий, регламентирует потребность прогнозирования их ожидаемого выполнения на предстоящий календарный год и необходимость жесткого контроля их значений на всем протяжении бюджетного периода. Ключевыми элементами контроля показателей становятся их прогнозные отклонения от целевых заданий. При этом решающее значение приобретает контроль, основанный на декомпозиции влияния всех наиболее вероятных отклонений на величину показателя. Таким образом, возникает объективная основа для развития механизмов сквозного планирования ЭР, уходит понятие вспомогательных функций планирования.

Рассмотренные изменения соответствуют общемировым тенденциям развития процессов планирования производственных показателей, направленным на усиление взаимодействия между функциями учета, прогноза, анализа и контроля показателей в рамках идеологии риска их отклонений, развития риск-ориентированного подхода для снятия неопределенности в процессах планирования показателей (рис. 2).

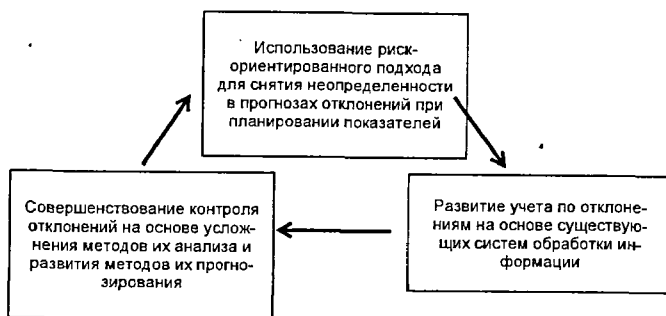


Рис. 2. Основные тенденции развития процессов планирования эксплуатационных показателей

В общем виде формализация риск-ориентированного подхода к планированию показателей может быть осуществлена с использованием коэффициента риска отклонения $R_z = \frac{\pi^-}{\pi^+}$, $R_z \in [0; +\infty]$, как соотношения

ожидаемых значений отрицательных (Π^-) и положительных (Π^+) отклонений показателя. Однако, проведенный анализ существующих зависимостей расчета показателей показывает отсутствие теоретического аппарата оценки ожидаемых отклонений эксплуатационных показателей и, в том числе, их риска. Это обусловило формулировку цели исследования и постановку задач, решение которых необходимо для достижения цели, определило методы решения задач.

Во второй главе сформирована научная парадигма планирования эксплуатационных показателей на базе риск-ориентированного подхода, включающая концепцию и принципы планирования показателей, минимизацию риска отклонений и интегрированную оценку качества планируемых показателей, а также порядок планирования показателей с учетом риска.

Исследование особенностей планирования ЭР на основе единого подхода к контролю производственной деятельности в ОАО «РЖД», требований ГОСТ Р ИСО 9000-2001 и сложности среды восприятия рисков, а также анализ компонентов модели Руководства COSO ERM (Enterprise Risk Management) применительно к рассматриваемой проблеме в условиях неоднозначности связи между результативностью ЭР и рисками отклонений показателей, дает основание сформулировать следующие принципы организации планирования: 1) *принцип адекватности*, состоящий в применении методов и моделей, использующих существующую систему планирования показателей, теорию их расчёта, а также принятую систему статистического учета и анализа ЭР; 2) *принцип адресности*, заключающийся в выполнении прогнозов показателей и оценивании рисков их отклонений применительно к конкретно установленным условиям ЭР; 3) *принцип альтернативности*, состоящий в необходимости оценивания различных вариантов действия рисков отклонений показателей; 4) *принцип адаптивности*, заключающийся в приспособлении методов планирования к работе со случайными факторами и конкретными сценариями их реализации; 5) *принцип непрерывности*, состоящий в необходимости обработки информации об изменениях условий ЭР и внесения систематических коррективов в прогнозы отклонений показателей; 6) *принцип параллельности процессов* планиро-

вания, направленный на учет территориальной распределённости железнодорожной инфраструктуры и обеспечивающий сокращение времени на подготовку исходных данных и получение прогнозов; 7) *принцип автоматизации*, реализуемый через необходимость создания автоматизированных процедур риск-ориентированного планирования и обеспечивающий экономическую целесообразность его внедрения.

Сформулированные принципы положены в основу концепции планирования (рис. 3), особенностями которой являются: 1) формализация связи между целевыми параметрами ЭР, отклонениями показателей и факторами отклонений; 2) анализ отклонений показателей на основе методов управления рисками.

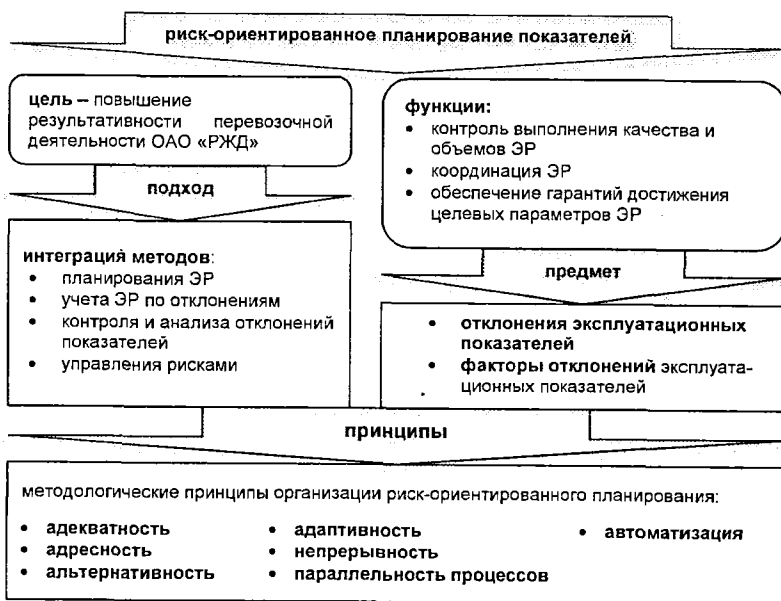


Рис. 3. Содержание предлагаемой концепции риск-ориентированного планирования

Задача оценки и минимизации риска отклонений показателей ЭР железных дорог РФ является многомерной. Так, отклонение показателя y_k от

целевого задания $y_{ц}$ на сети дорог можно определить как $\delta_{y_k}^{+(-)} = y_k - y_{ц}$, где y_k – k -й вариант показателя по сети, полученный агрегированием соответствующих показателей y_k^n по дорогам (n – индекс дороги, $n = \overline{1,16}$); в свою очередь отклонение k -го варианта показателя на n -ой дороге можно найти как $\delta_{y_k}^{n+(-)} = y_k^n - y_{ц}^n$, где $y_{ц}^n$ – целевое задание по n -ой дороге, y_k^n – k -й вариант показателя по n -ой дороге, полученный агрегированием соответствующих показателей y_k^{ng} по направлениям дороги (g – индекс железнодорожного направления); отклонение k -го варианта показателя на g -ом направлении n -ой дороги равно $\delta_{y_k}^{ng+(-)} = y_k^{ng} - y_{ц}^{ng}$, где $y_{ц}^{ng}$ – плановое значение показателя на направлении. Многомерность и сложность задачи минимизации риска отклонений заставляет искать подходы к ее решению путем сравнения задачи с уже решенными. Анализ показывает, что в теории риска подобная задача относится к классу задач управления рисками портфеля проектов. Применительно к целям исследования в качестве проектов могут выступать совокупности прогнозных оценок отклонений: $\delta_{y_k}^{ng+(-)} \rightarrow \delta_{y_k}^{n+(-)} \rightarrow \delta_{y_k}^{+(-)}$. Тогда основную задачу риск-ориентированного планирования можно рассматривать как задачу управления рисками портфеля отклонений $\delta_{y_k}^{+(-)}$ (рис. 4).



Рис. 4. Возможная структура портфеля отклонений на период планирования для K вариантов прогноза показателей

В основе субпортфелей отклонений $\delta_{y_k}^{ng+(-)}$ лежат группы факторов, а субпортфели смежных дорог и направлений в силу их тесной взаимосвязи скоррелированы. При этом любой портфель отклонений двумерен: он мо-

жет быть разложен по уровням управления ЭР и периодам планирования. Обработка риска отклонений производится при условии, что процентная величина совокупного риска портфеля $R_{y_{\alpha}}$

$$R_{y_{\alpha}} = \frac{(-1) \sum_{j=1}^N \delta_{y_j}^-}{\sum_{i=1}^M \delta_{y_i}^+} 100\% > R_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{доп}}$ – допустимый риск отклонений (в %), $\sum_{j=1}^N \delta_{y_j}^-$ – сумма j -х отрицательных отклонений показателя, $j = 1 \dots N$; $\sum_{i=1}^M \delta_{y_i}^+$ – сумма i -х положительных отклонений показателя, $i = 1 \dots M$. Предлагаемые действия по обработке риска состоят из 2-х этапов (рис. 5).



Рис. 5. Состав предлагаемых действий по обработке риска отклонений

На 1-м этапе – снижения $\sum_{j=1}^N \delta_{y_j}^-$ путем нахождения и уменьшения наиболее существенных $\delta_{y_j}^-$; на 2-м этапе (при невозможности минимизации отклонений в соответствии с условием $R_{y_{\alpha}} \leq R_{\text{доп}}$) – снижения задания y_{α} до величины y'_{α} путем оценки эластичности $e_{y_{\alpha}}$ значения y_{α} относительно величины $R_{y_{\alpha}}$

$$e_{y_{\alpha}} = \frac{y_{\alpha}}{R_{y_{\alpha}}} \frac{dR_{y_{\alpha}}}{dy_{\alpha}} = y_{\alpha} \left(\frac{\frac{\partial(-1) \sum_{j=1}^N \delta_{y_j}^-}{\partial y_{\alpha}}}{(-1) \sum_{j=1}^N \delta_{y_j}^-} - \frac{\frac{\partial \sum_{i=1}^M \delta_{y_i}^+}{\partial y_{\alpha}}}{\sum_{i=1}^M \delta_{y_i}^+} \right)$$

Конечные результаты планирования определяются качеством формируемых показателей. Интегрированную оценку качества предлагается описывать характеристиками обоснованности, точности, моделируемости

и достижимости в рамках функционала $K_{\Pi} = f(\Pi_0, \Pi_T, \Pi_M, \Pi_D)$. Причем достижимость $\Pi_D = f(C_P, C_{УР}, C_C)$, где C_P – характеристика соответствия факторной модели показателя принятой системе факторов; $C_{УР}$ – величина риска отклонений; C_C – характеристика соответствия значения показателя параметрам показателей, входящих в систему планирования.

С учетом изложенных особенностей и существующих регламентов планирования эксплуатационных показателей в работе установлен порядок риск-ориентированного планирования показателей (рис. 6).

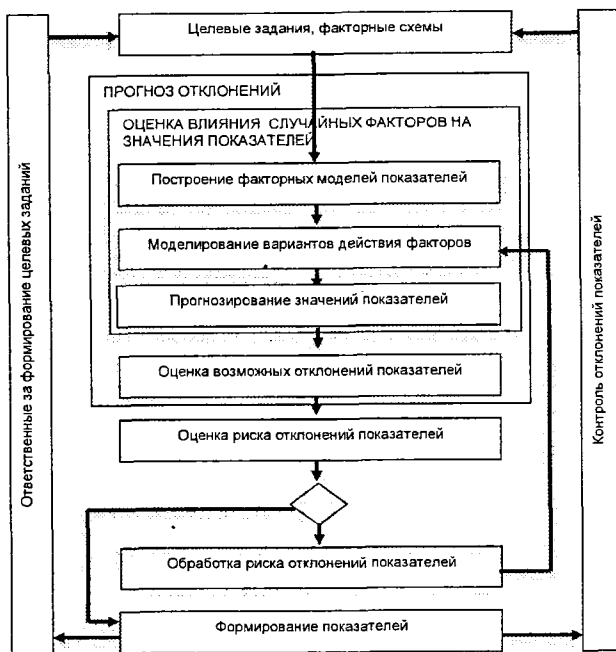


Рис. 6. Предлагаемый порядок риск-ориентированного планирования показателей

В третьей главе диссертации обоснован метод моделирования факторной системы показателей, позволяющий установить схемы взаимосвязей между случайными факторами и вызываемыми ими отклонениями показателей.

Важнейшим условием факторного моделирования эксплуатационных показателей в рамках идеологии риска их отклонений является расширение границ факторной системы показателей за счет добавления к множеству условно-постоянных факторов множества случайных факторов f_i – технологических событий, относимых отраслевыми документами к технологическим нарушениям и фиксируемых действующими системами учета.

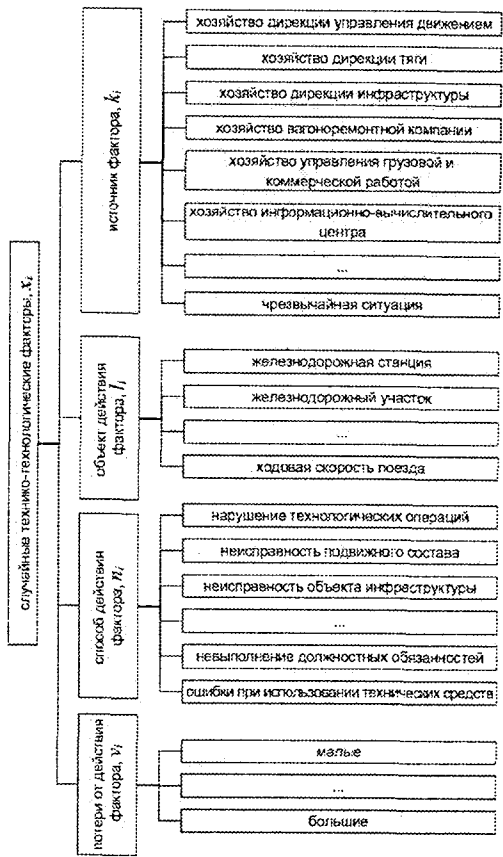


Рис. 7. Характеристики случайных технико-технологических факторов

Предпосылкой расширения границ факторной системы за счет f_i является наличие развитого признакового пространства случайных факторов. В условиях использования нечисловой, неполной и неточной информации о случайных факторах возникает необходимость преодоления информационного дефицита их описания. Анализ положений нормативно-технических отраслевых документов позволяет выявить технологические признаки – характеристики случайных факторов: источник (k_i); способ (n_i) и объект (l_i) действия фактора. Исследование массива данных ИХ АВГД и ф. ДО-42ВЦ дает основание установить параметрическую

характеристику f_i : потери от действия фактора (v_i). На этой основе сформированы структура и содержание вектора исходных характеристик (рис. 7) случайных факторов $x_i = (k_i, n_i, l_i, v_i)$, $x_i \rightarrow f_i$.

Экспериментальные исследования, проведенные в главе, показывают невозможность установления характера и силы влияния случайных факторов f_i на показатели традиционными методами корреляционно-регрессионного анализа вследствие несоответствия распределения значений f_i нормальному закону. Это определяет необходимость их группировки по характеристикам l_i и n_i . При этом обзор решений подобных аналитических задач приводит к выводу, что конкретизация характеристик факторов f_i в группах Φ_j возможна только на основе выявления логики их совместного действия. Задача раскрытия логики действия f_i решается на основе построения их логических карт – деревьев факторов согласно методологии ГОСТ Р 51901.13–2005. Деревья факторов служат основой для исследования сценариев причинно-следственных связей между характеристиками факторов и отклонениями.

В четвертой главе диссертации разработан метод прогнозирования отклонений эксплуатационных показателей с учётом влияния случайных факторов. С целью оценки точности и достоверности предложенного метода выполнены прогнозы месячных значений качественных эксплуатационных показателей, разработана методика агрегирования отклонений показателей по уровням планирования.

Метод прогнозирования отклонений основан на включении в существующие зависимости расчета показателей параметров учёта влияния случайных факторов $h^* = y(\Phi(f))$, отражающих стохастические зависимости между группами Φ_j и показателем, представлении значения показателя функционалом $y = \psi(y(h), y(\Phi(f)))$, где $y(h)$ – функция, отражающая детерминированную связь между условно-постоянными факторами и показателем, что позволяет описывать эксплуатационный показатель как результат совместного действия условно-постоянных и случайных факторов.

Задача формализации параметра h^* решена на основе использования аппарата множественного регрессионного анализа, включающего процедуры формирования исходного массива значений h^* и групп факторов Φ_j ,

по данным статистической отчетности, предварительного анализа моделируемой совокупности, корреляционного анализа связей параметра h^* и факторных групп Φ_j , вычисления коэффициентов регрессии и проверки адекватности полученной модели оценки h^* .

Отличительной чертой алгоритма формализации h^* является применение процедуры моделирования сценариев действия факторов f_i в факторных группах Φ_j , которая включает: формирование исходного массива значений факторных характеристик по данным статистической отчетности, шкалирование потерь от действия факторов, определение частоты и вероятности их реализации, перебор возможных сочетаний факторных характеристик и расчет значений факторных групп, выбор прогнозных значений групп по критерию максимума риска от реализации их сценария.

Экспериментальная проверка метода показала необходимость применения процедур исключения из моделируемых совокупностей выборок данных «аномальных» значений, сглаживания данных методом медианных фильтров, преодоления явлений интер- и мультиколлинеарности между группами факторов Φ_j .

Полученные результаты показывают, что предлагаемый метод позволяет получать прогнозы с достаточно высокой точностью. Например,

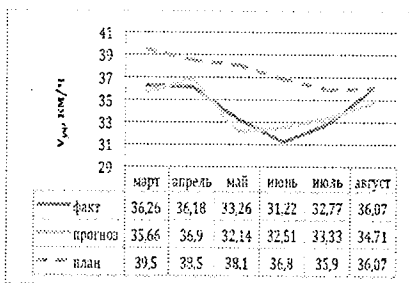


Рис. 8. Пример сравнения $V_{уч}$ на направлении СПб–Кошта Октябрьской ж.д.

проверка качества прогноза значений средней участковой скорости путем их сравнения их с фактическими (рис. 8) показала, что значение средней ошибки прогноза составляет порядка 3%. При этом, итоги формирования прогнозов позволяют утверждать, что для соблюдения требования однородности исходной совокупности данных формализация влияния факторов f_i

должна осуществляться по отдельно взятым железнодорожным направлениям. Это определяет необходимость агрегирования отклонений по уровням планирования: дорожному (региональному), сетевому. Например, для

средней участковой скорости в начале необходимо установить значения затрат поездо-часов ($\sum NT_k^{ng}$), соответствующие k -му варианту g -го направления n -ой дороги: $\sum NT_k^{ng} = \frac{\sum NL_k^{ng}}{v_{k\text{уч}}^{ng}}$, затем рассчитать значение показателя уровня дороги: $v_{k\text{уч}}^n = \frac{\sum NL_k^{n1} + \sum NL_k^{n2} + \dots + \sum NL_k^{nG}}{\sum NT_k^{n1} + \sum NT_k^{n2} + \dots + \sum NT_k^{nG}}$, где G – количество направлений дороги. Аналогично агрегирование до уровня сети осуществляется через значения затрат поездо-часов, соответствующих k -му варианту n -ой дороги ($\sum NT_k^n = \frac{\sum NL_k^n}{v_{k\text{уч}}^n}$), как $v_{k\text{уч}} = \frac{\sum NL_k^1 + \sum NL_k^2 + \dots + \sum NL_k^{16}}{\sum NT_k^1 + \sum NT_k^2 + \dots + \sum NT_k^{16}}$, где $1 \dots 16$ – индексы железных дорог. Построение методики агрегирования является завершающим этапом разработки метода прогнозирования отклонений эксплуатационных показателей.

В пятой главе диссертации разработан метод оценки риска отклонений показателей, основанный на моделировании сценариев действия случайных факторов, определена архитектура и особенности интеллектуального компонента управления риском и выполнена оценка эффекта от внедрения компонента.

Предлагаемая технология моделирования сценариев действия случайных факторов содержит 3 этапа и предусматривает построение и оценку сценариев «поезд/средние сутки» в расчете на месяц, квартал, год.

1-й этап технологии (рис. 9) включает процедуры А.1 и Б.1. Процедура А.1 состоит из следующих действий: итерационного построения фрагментов дерева событий – ориентированного графа, узлами которого являются события отклонений показателей, ребрами – логические связи между отклонениями; идентификации каждого события сочетаниями характеристик показателей y_i : $(V_{i=1}^m y_{ki}) \wedge (V_{i=1}^m y_{ni}) \wedge (V_{i=1}^m y_{li}) \wedge (V_{i=1}^m y_{vi}) \rightarrow y_i$, где y_{ki} – наименование показателя, y_{ni} – принадлежность дороге, y_{li} – принадлежность направлению, y_{vi} – значение показателя; проверки входящих в фрагмент событий на удовлетворение заданному критерию их частоты на каждом шаге итерации; выявления возможных исходных событий риска отклонений E_{Ri} . Процедура Б.1 состоит из последовательности следующих действий: подключение к исходным событиям риска E_{Ri} деревьев факторов; идентификация факторов в факторных группах Φ_j сочетаниями

характеристик x_i : $(\bigvee_{i=1}^n x_{ki}) \wedge (\bigvee_{i=1}^n x_{ni}) \wedge (\bigvee_{i=1}^n x_{li}) \wedge (\bigvee_{i=1}^n x_{vi}) \rightarrow x_i$, где $x_i \rightarrow f_i$, $f_i \in \Phi_j$; определение вероятностей x_i путем обработки частот x_{vi} ; исследование деревьев факторов каждого исходного события согласно «шагам» ГОСТ Р 51901.13–2005: анализ структуры, булева редукция и определение минимальных вырезок групп Φ_j с использованием статистик x_i по f_i за предшествующий период; формирование логических уравнений j -х групп $\psi_j(f_1, \dots, f_i, \dots, f_n)$ и k -х сценариев $\psi_k(f_1, \dots, f_i, \dots, f_m)$ путем построения для каждого k -го дерева факторов методом прямой аналитической подстановки логической функции риска и представление логической функции в виде дизъюнктивной нормальной формы, где f_i – i -й фактор; $i = \overline{1, n}$; n – число факторов в j -й группе; $j = \overline{1, l}$, l – количество групп в сценарии; m – число факторов в k -м сценарии; построение базисного вектора $P_x^l = (p_1, \dots, p_i, \dots, p_m)$ вероятностей аргументов логической функции риска, где $p_i = p(x_i)$.

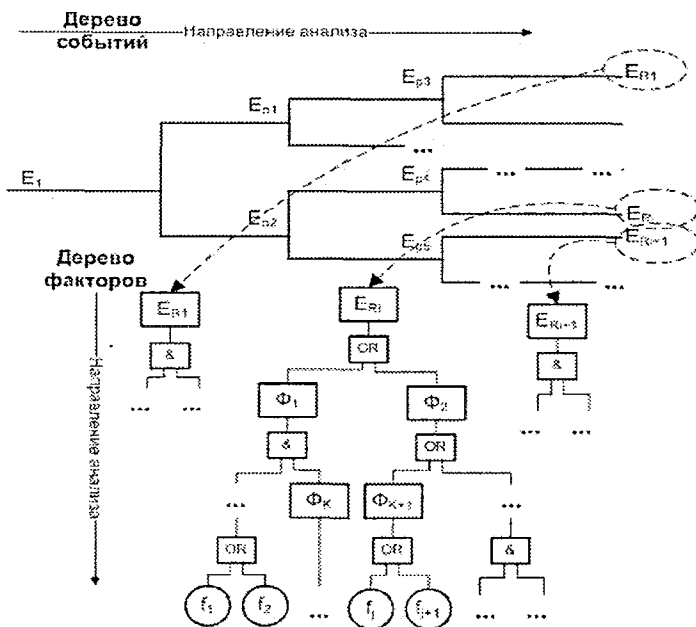


Рис. 9. Схема построения сценариев риска с использованием дерева событий и деревьев факторов

2-й этап предлагаемой технологии включает уточнение состава сценариев путём определения ранга и веса i -х аргументов логических функций $\psi_j(f_{ij}, \bar{f}_{ij})$ – степеней влияния и важности f_{ij} . При этом ранг i -го аргумента логической функции устанавливается его структурной значимостью – числом связей i -го аргумента, а вес (g_i) определяется зависимостью $g_i = \sum_{f=1}^k 2^{m-(r_f-1)} - \sum_{j=1}^l 2^{m-(r_j-1)}$, где k и r_f – число и ранг ортогональных конъюнкций, содержащих аргумент f_i ; l и r_j – число и ранг ортогональных конъюнкций, содержащих отрицание аргумента \bar{f}_j , m – число аргументов функции.

3-й этап предлагаемой технологии включает построение многочленов расчетных вероятностных функций: вероятностных полиномов реализации сценариев $P_k\{y_k = 1\} = p_k(p_i, q_i)$ и реализации факторных групп $p_j\{y_j = 1\} = p_j(p_i, q_i)$, где $q_i = 1 - p_i$, методом прямой ортогонализации, т.е. заменой логических переменных вероятностями и логических операций – арифметическими с использованием форм перехода к замещению.

Результат выполнения вычислительных процедур в соответствии с предложенной технологией позволяет оценить сценарии действия факторов по числу групп Φ_j и их составу, размеру потерь от реализации j -х групп, вероятностей реализации сценариев P_k и групп p_j , и осуществить отбор вариантов сценариев по критерию риска от их реализации.

Анализ необходимости формирования управляющей информации в ходе моделирования, принятия решений по осуществлению мер, связанных с минимизацией отклонений, в том числе, на заключительных этапах обработки риска (рис. 5), исследование вычислительной сложности процедур оценки, определяющее, в частности, удобство перехода от аналитических к алгоритмическим способам вычислений, приводит к выводу, что реализация предлагаемых методов должна осуществляться в идеологии построения интеллектуального компонента управления риском отклонений.

В основе компонента лежит предложенная мета-модель управления отклонениями (рис. 10), формально представленная множествами $\{R; L; N; K; S\}$, где R – множество индикаторов $r'_{kj} = p_j \sum_{i=1}^n x_{jvi}$ факторных групп Φ_j , определяющих k -й сценарий, и индикаторов r''_{ji} действия отдель-

ных факторов f_i с учётом характеристик

$$x_i =$$

(k_i, n_i, l_i, v_i) , $x_i \rightarrow f_i$; L, N и K – множества объектов, способов и источников действия факторов f_i , S – множество мероприятий по снижению действия факторов.

Предлагаемый интерфейс интеллектуального компонента строится на основе графического представления R и включает

шаблон изменения показателя, расчетные величины отклонений, диаграмму r'_{kj} (рис. 11, пример результатов расчета r'_{kj} представлен в табл. 1), сигнальную карту r''_{ji} .

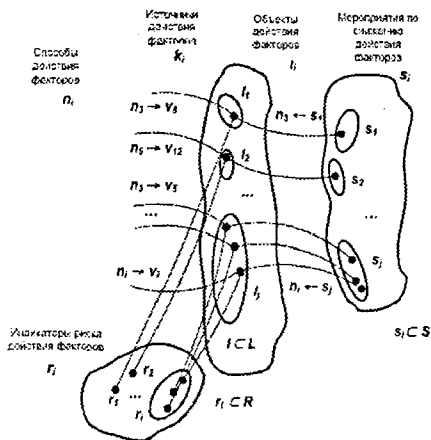


Рис. 10. Мета-модель управления отклонениями

Таблица 1. Результаты расчета индикаторов r'_{kj} на направлении СПб–Кошта, март 2011

Φ_j	Содержание Φ_j в соответствии с заданным сценарием	Вероятности Φ_j	Потери, вызываемые Φ_j в п-час		Индикаторы риска Φ_j в п-час
			на 1 поезд	на месяц	
Φ_9	Несоблюдение норм времени на операции по отправлению при действии факторов f_6, f_7 и f_8	0,00095	13	23777	22,5
Φ_{10}	Неисправность ПС на станции, характеризующая совместным действием факторов f_9 и f_{11}	0,02063	8	14632	301,9
Φ_{11}	Нарушение нормальной работы ТУ объектов инфраструктуры на станции под действием факторов f_{16} и f_{17}	0,00077	6	10974	8,4
Φ_{12}	Нарушение технологии работы, выраженное в действии факторов f_{19}, f_{20}, f_{21} и f_{22}	0,00026	22	40238	10,5
Φ_{13}	Неисправность ПС в пути следования при совместном действии факторов f_{23}, f_{24}, f_{25} и f_{26}	0,00002	18	32922	0,5
Φ_{14}	Нарушение нормальной работы объектов инфраструктуры на участке под действием факторов f_{28} и f_{31}	0,09905	6	10974	1087,0

Состав базы знаний компонента определяется содержанием зависимости (1) и мета-модели управления отклонениями.

Работа интерпретатора описывается системой уравнений $y(k) = A \& y(0) \oplus \sum_j B_j \& v(j)$, где отклонения показателей $y(k)$ связаны с наличием переходных векторов $v(j)$, выраженных сочетаниями $x_i \rightarrow f_i$, принимающими значения 0 или 1 в соответствии со сценариями действия факторов. Векторы $v(j)$ устанавливают изменения целевых заданий $y(0)$, описываемых характеристиками u_i (процедура А.1, рис. 9), принимающими значения 0 или 1, а также базовыми наборами сочетаний характеристик условно-постоянных и случайных факторов, заданными постоянными матрицами A и B_j , состоящими из идентификационных строк $C_i = \langle 1, 0, 0, \dots, 1 \rangle$. Для выражения групп Φ_j использованы логические произведения идентификационных строк $C_i = \langle 1, 0, 0, \dots, 1 \rangle$, подчиненных структуре фреймов сочетаний характеристик f_i и дополненных знаками правдоподобия на месте последнего элемента, на фундаментальный вектор $S = \langle s_1, s_2, \dots, s_k \rangle$: $\Phi_j = C_i * S$. Векторы S представлены упорядоченными множествами элементов s_i , полученными из множеств элементов декартовых произведений $S' = \langle x_1, x_2, \dots, x_n, x_1 * x_2, x_1 * x_3, \dots, x_1 * x_2 * x_3, \dots, x_1 * x_2 * \dots * x_n, 1 \rangle$ базисного вектора логических функций $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$. Это позволяет перейти к замене символьной формы представления логических функций системами линейных уравнений в алгебраической форме $\langle \Phi_1 \oplus \Phi_2 \oplus \dots \oplus \Phi_m \oplus \dots \oplus \Phi_l \rangle$, применить комбинаторные процедуры для их обработки и построить вероятностные полиномы риска алгебраическими методами с использованием базиса Жегалкина.

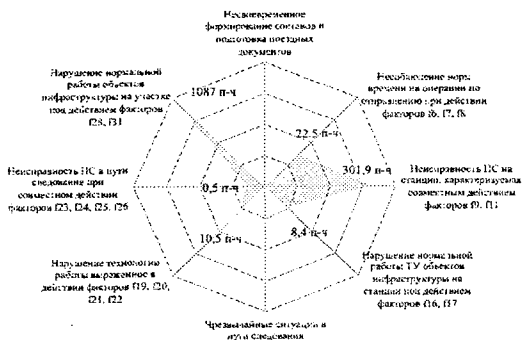


Рис. 11. Диаграмма r'_{kj} СПБ-Колта, март 2011

Предлагаемый интеллектуальный компонент управления риском отклонений $R_{уд}$ может стать непосредственным источником экономического эффекта от его внедрения в систему годового и месячного планирования показателей ЭР. Эффектообразующим фактором является снижение эксплуатационных расходов ОАО «РЖД», связанное с повышением качества планирования и оптимизацией использования подвижного состава за счет увеличения средней участковой скорости ($v_{уч}$) и среднего веса ($Q_{бр}^{cp}$), повышения производительности локомотива (W) в грузовом движении. Однако, в оценке изменения $v_{уч}$, $Q_{бр}^{cp}$, W при внедрении компонента к учёту может быть принята только часть указанного эффекта, поскольку на значения данных показателей оказывает влияние работа практически всех системных элементов управления перевозками и транспортным обслуживанием, обеспечивающих снижение эксплуатационных расходов ОАО «РЖД» за счет экономии вагоно- и локомотиво-часов, расходов на содержание штата локомотивных бригад, расходов топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов и др. В связи с этим, принимая для расчёта отдельно по предлагаемому компоненту увеличение средней участковой скорости на 0,5% (от задания на 2013 г. 39,0 км/ч), увеличение среднего веса брутто на 0,25% (от задания на 2013 г. 3894 т.), повышение производительности локомотива на 0,75% (от задания на 2013 г. 1827 тыс. т-км брутто), можно с учетом действующих расходных ставок рассчитать величину экономического эффекта по сети от изменения каждого показателя на 1 ед./сут. Тогда, общую годовую экономию от снижения эксплуатационных расходов, связанного с увеличением значений показателей, можно определить как $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$, где $\Delta_i = 365(Y_i^{pes} - Y_i^{bas})E_i$, $i = \overline{1,3}$, Y_i^{bas} и Y_i^{pes} – значения показателей, соответственно, базового 2013 г. и результирующего 2016 г., E_i - величина экономического эффекта по сети от изменения каждого показателя на 1 ед./сут. С учётом этого эффект от внедрения компонента к 2016 г. в стоимостном выражении составит $\Delta = 784,69$ млн. руб. Помимо определения Δ , необходимо, также, учитывать скрытые составляющие эффекта, не поддающиеся стоимостной оценке: элементы компонента можно характеризовать как инновации в области управления ЭР. Поэтому интегральный эффект от его внедрения может быть выражен через

научно-технические и социальные составляющие, направленные на обеспечение обоснованности и качества планирования показателей. Его реализация позволит повысить степень автоматизации процессов управления ЭР, использовать новые знания о ситуациях риска отклонений показателей при принятии соответствующих решений в области организации движения поездов, увеличить удельный вес новых прогрессивных технологий в сфере управления перевозками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации исследовано решение проблемы планирования качественных эксплуатационных показателей железных дорог на основе анализа и оценки риска их отклонений в системе годового и месячного планирования ЭР ОАО «РЖД». Результаты исследований позволяют сделать следующие основные выводы.

1. В условиях бюджетирования производственной деятельности ОАО «РЖД» риск-ориентированное планирование показателей ЭР является объективной необходимостью, обусловленной требованием внедрения методов сквозного (год-квартал-месяц) опережающего контроля отклонений показателей, основанного на экономических критериях их допустимости и ориентированного на минимизацию рисков отклонений.

2. Формальной основой риск-ориентированного планирования эксплуатационных показателей является подход, базирующийся на установлении логики между событийным (на линейном уровне) и информационно-статистическим (на региональном и сетевом уровнях) описанием ЭР, снятии неопределенности в оценках случайных факторов при прогнозировании отклонений; применения инструментов адресного определения мер по снижению рисков отклонений; механизмов, устанавливающих связь между целями Компании и реальными процессами планирования показателей.

3. Основой для разработки инструментария риск-ориентированного планирования показателей, включающего методы прогнозирования их отклонений и оценки риска отклонений, является научная парадигма, состоящая из концепции и принципов риск-ориентированного планирования эксплуатационных показателей, модели обработки риска отклонений и ин-

тегрированной оценки качества планируемых показателей, а также порядка планирования показателей с учетом риска.

4. Проведенные исследования показывают, что разработка метода прогнозирования отклонений эксплуатационных показателей должна осуществляться путём формализации и включения в существующие зависимости параметров учёта влияния случайных факторов, что позволит описывать эксплуатационный показатель как результат совместного действия условно-постоянных и случайных факторов.

5. Задача формализации параметра учёта влияния случайных факторов может быть решена на основе использования аппарата множественного регрессионного анализа, который позволяет определить последовательность и содержание процедур формализации: формирование исходного массива значений параметра и групп факторов по данным статистической отчетности, предварительный анализ моделируемой совокупности, корреляционный анализ связей параметра и факторных групп, вычисление коэффициентов регрессии и проверка адекватности полученной модели оценки параметра.

6. Результаты формирования прогнозов отклонений эксплуатационных показателей на основе предложенного метода прогнозирования показывают, что, наряду с выполнением условий достаточности количества наблюдений и подчинения совокупности значений всех групп факторов нормальному закону распределения, для соблюдения требования однородности исходной совокупности формализация влияния случайных факторов должна осуществляться по отдельно взятым железнодорожным направлениям, что определяет необходимость агрегирования отклонений по уровням планирования: дорожному (региональному), сетевому. Построение методики агрегирования соответствует завершающему этапу разработки метода прогнозирования отклонений эксплуатационных показателей.

7. Построение метода оценки риска отклонений показателей в рамках риск-ориентированного планирования целесообразно осуществлять на основе разработки механизма нечеткого логического вывода вероятностных характеристик риска, обеспечивающего: формирование логических уравнений сценариев и векторов вероятностей аргументов логических функций

действия случайных факторов; уточнение состава сценариев и построение многочленов расчетных вероятностных функций действия факторов.

8. Анализ вычислительной сложности процедур оценки риска, определяющий, в частности, удобство перехода от аналитических к алгоритмическим способам вычисления элементов логических функций, приводит к выводу, что реализация метода оценки риска отклонений эксплуатационных показателей в рамках риск-ориентированного планирования должна осуществляться в идеологии построения интеллектуального компонента управления риском отклонений.

9. Основу интеллектуального компонента управления риском отклонений должен составлять механизм арифметизации символьной логики характеристик случайных факторов, который позволяет автоматизировать функции: обращения к текущей базе факторов и целевых параметров показателей; использования машины логического вывода и составления правил идентификации характеристик, формирования факторных групп и сценариев действия случайных факторов, подбора регрессионных зависимостей и расчета отклонений показателей и риска отклонений.

10. Расчет эффекта от внедрения интеллектуального компонента в систему годового и месячного планирования показателей эксплуатационной работы показывает, что интегральный эффект может быть достигнут за счет увеличения средней участковой скорости на 0,5%; среднего веса брутто на 0,25%; повышения производительности локомотива на 0,75%, а также качественного изменения научно-технических и социальных составляющих процесса планирования, что в стоимостном выражении составит порядка 800 млн. руб. в год.

Основные положения и выводы диссертации нашли отражение в следующих публикациях:

В рецензируемых научных изданиях:

1. Котенко А.Г., Васильев А.Б., Прокофьева В.В. Разработка алгоритма поддержки принятия решений поездного диспетчера при организации движения поездов // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – Вып. 1(43). – С. 46-51.

2. Котенко А.Г., Бадеецкий А.П., Бессолицын А.С. Определение порогового значения вагонопотока, оптимального в условиях неравномерности // Вестник транспорта Поволжья. – 2013. – Вып. 4(40). – С. 19-26.

3. Котенко А.Г., Журавлева Н.А., Карчик В.Г., Юрченко В.С. Бизнес-моделирование работы участковой станции при пропуске транзитных поездов // Железнодорожный транспорт. – №4. – 2013. – С.29-32.

4. Котенко А.Г., Грошев Г.М., Ковалёв В.И., Гоголева А.В. Систематизация, исследование причин невыполнения графика движения поездов и оценка их влияния на участковую скорость // Известия ПГУПС. – 2012. – Вып. 2 (31). – С.5-11.

5. Котенко А.Г., Грошев Г.М., Ковалёв В.И., Кашицкий И.В. Потенциал применения твёрдого графика движения грузовых поездов при использовании различных моделей рынка железнодорожных перевозок // Известия ПГУПС. – 2012. – Вып. 2 (31). – С.31-36.

6. Котенко А.Г., Котенко О.В., Гоголева А.В. Определение участковой скорости на основе стохастического моделирования параметра, описывающего влияние задержек поездов // Известия ПГУПС. – 2011. – Вып. 4 (29). – С.113-120.

7. Котенко А.Г. О подходах к снижению вычислительной сложности логических задач анализа риска // Известия ПГУПС. – 2011. – Вып. 1 (26). – С.180-188.

8. Котенко А.Г., Котенко Д.А. Анализ риска в инфокоммуникационной системе // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 8. – С.16-18.

9. Котенко А.Г., Котенко Д.А. Аудит безопасности инфокоммуникационных систем // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 4. – С.20-22.

10. Котенко А.Г., Терещук С.И. Классификация риска оперативного управления технологическим процессом // Научно-техническая статья. – Петродворец: ВТУ ЖДВ. – 2008. – С.224-228.

11. Котенко А.Г., Глухов А.П., Котенко О.В., Грошев Г.М. Комплекс средств защиты информации в системе диспетчерского управления перевозками // Экономика железных дорог. – 2007. – № 3. – С.65-72.

12. Котенко А.Г. Оценивание безопасности систем информационных технологий // Системы управления и информационные технологии. – 2005. – № 3 (19). – С.29–32.

13. Котенко А.Г., Немцов Л.Б. Моделирование сложных процессов в рамках интегрированной экспертной системы // Системы управления и информационные технологии. – 2004. – № 4 (16). – С.29–32.

14. Котенко А.Г. Формирование комплекса моделей безопасности системы информационных технологий // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2004. – № 4. —С. 23-27.

15. Немцов Л.Б., Котенко А.Г. Реализация функций настройки нечетких производственных моделей // Системы управления и информационные технологии. – 2004. – № 3 (15). – С.29–32.

16. Кориенко А.А., Котенко А.Г. Метод построения модели оценки рисков информационной безопасности в автоматизированной системе // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2003. – № 4. – С.12-15.

Другие публикации:

Монографии, учебники и учебные пособия

17. Железнодорожные пассажирские перевозки: Монография / Котенко А.Г. и др.; под ред. Г.В. Верховых. – СПб.: Северо-Западный региональный центр «Русич». «Паллада-медиа», 2012. – 520 с.

18. Котенко А.Г. и др. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: учебник. В 2 т. Т. 2 / Под ред. В.И. Ковалева и А.Т. Осминина – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 440 с.

19. Котенко А.Г. и др. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: Учебник для студентов вузов ж.-д. транспорта. В 2-х томах. Т. 1 / Под ред. В.И. Ковалева и А.Т. Осминина – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 263 с.

20. Котенко А.Г. и др. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осминина, Г.М. Грошева. – М.: Маршрут. – 2006. – 544 с.

21. Котенко А.Г. и др. Производственный менеджмент в управлении перевозками: учеб. пособие / А.Г. Котенко, О.В.Котенко, Г.И. Никифорова, О.А. Никифорова, А.В. Гоголева. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2012. – 57 с.

22. Котенко А.Г. и др. Проектирование современных технологий в управлении перевозками. Часть 2. Проектирование технологии перевозочного процес-

са на участках и направлениях сети железных дорог: учебное пособие / под ред. А.Г. Котенко., Г.М. Грошева. – СПб.: ПГУПС, 2012. – 67 с.

23. Котенко А.Г. и др. Организация, технология и информационное обеспечение автоматизированного оперативного управления перевозками на железной дороге: учебное пособие. Ч. 3. Информационное обеспечение оперативного персонала Диспетчерского центра управления перевозками / под ред. Г.М. Грошева. – СПб.: ПГУПС. – 2012. – 83 с.

24. Котенко А.Г. и др. Оценка эффективности мероприятий по автоматизации и реформированию оперативного управления перевозками на железных дорогах. Ч. 2. Примеры расчетов : учеб. Пособие / Под общей редакцией Г.М. Грошева. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2011. – 80 с.

25. Котенко А.Г. и др. Проектирование современных технологий в управлении перевозками: учебное пособие. Ч. 1. Общие положения. Проектирование технологии работы станции / Котенко., М.В. Стрелков. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 45 с.

26. Котенко А.Г. и др. Организация, технология и информационное обеспечение автоматизированного оперативного управления перевозками на железной дороге. Часть 1. Организация и технология автоматизированной деятельности оперативного персонала дорожного диспетчерского центра управления перевозками / Под общей ред. канд. техн. наук Г.М. Грошева. – СПб.: ПГУПС. – 2005. – 99 с.

27. Котенко А.Г. и др. Оценка эффективности мероприятий по автоматизации и реформированию оперативного управления перевозками на железных дорогах. Ч. 1. Методическое обеспечение расчетов. Учебное пособие. / Под общей ред. канд. техн. наук Г.М. Грошева. – СПб.: ПГУПС, 2005. – 44 с.

Статьи в журналах, сборниках, опубликованные доклады

28. Котенко А.Г., Грошев Г.М., Котенко О.В., Норбоев А.Р. Проблемы обеспечения пропуска поездов по графику на технических станциях международных транспортных коридоров // Интеллектуальные системы на транспорте: Материалы 2-ой Международной научно-практической конференции «ИтеллектТранс-2012». – СПб.: ПГУПС, 2012. – С.35-41.

29. Котенко А.Г., Грошев Г.М., Иванов Ю.Н. Организация движения грузовых поездов по графиковым расписаниям – комплексная двуединая задача //

Актуальные проблемы управления перевозочным процессом. Сб. науч. тр. – СПб.: ПГУПС, 2012, - Вып. 11. – С. 17-24.

30. Котенко А.Г., Грошев Г.М. О создании информационных технологий организации движения грузовых поездов по графиковым расписаниям // Интеллектуальные системы на транспорте: материалы Первой международной научно-практической конференции «ИнтеллектТранс-2011» / под редакцией д-ра техн. наук, профессора А.А. Корниенко. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – С.183-191.

31. Котенко А.Г., Гоголева А.В. Виды карт рисков управления эксплуатационной работой железных дорог // Интеллектуальные системы на транспорте: материалы Первой международной научно-практической конференции «ИнтеллектТранс-2011» / под редакцией д-ра техн. наук, профессора А.А. Корниенко. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – С.200-204.

32. Котенко А.Г., Гоголева А.В. Управление рисками как инструмент повышения устойчивости перевозочного процесса // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом: сб. науч. тр. / под ред. Ю.И. Ефименко. – Вып. 10. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2010. – С.56-61.

33. Котенко А.Г. Формирование и оценка портфеля риска невыполнения плановых заданий по перевозкам // Материалы юбилейной научно-технической конференции «Инновации на железнодорожном транспорте – 2009» – СПб.: ПГУПС – 2009. – С.266–272.

34. Котенко А.Г., Малахова Т.А. Анализ причин задержек поездов // Сетевая логистика и производство в Юго-Восточной Финляндии, Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Исследовательский отчет 211. – Лаппеенрантский Технологический Университет. – 2009. – С.59–62.

35. Котенко А.Г., Малахова Т.А. Поиск функциональной зависимости между количеством задержек поездов и числом сбоев в информационной системе // Сборник научных трудов: Актуальные проблемы управления перевозочным процессом. – СПб.: ПГУПС – 2007. – Вып. 7. – С.142-148.

36. Котенко А.Г., Грошев Г.М. Оценка экономической эффективности мер безопасности информации в системе диспетчерского управления // Вестник Петербургского государственного университета путей сообщения. – СПб.: ПГУПС – 2006. – Вып. 3. – С.7-11.

37. Котенко А.Г. Этапы оценивания информационной безопасности автоматизированных систем // Международный сб. науч. трудов. Воронеж: Изд-во «Научная книга». – 2005. – Вып. 1 (19). – С.36-39.

38. Котенко А.Г. Методологические основы построения модели управления защищенностью информации // Сборник трудов IX международной открытой научной конференции «Современные проблемы информатизации в технике и технологиях (СПИТТ–2004)». – Воронеж, 2004. – Вып.9. – С.236–237.

39. Котенко А.Г. Комплекс моделей оценки безопасности системы информационных технологий // Телекоммуникационные технологии на транспорте России: Сборник докладов Второй Межведомственной научно-практической конференции «ТелеКомТранс-2004». – Ростов н/Д, 2004. – С.160-163.

40. Котенко А.Г. Оценка допустимости информационного риска автоматизированной системы // Вестник ПГУПС. – 2004. – №2. – С.57-59.

41. Котенко А.Г. Оптимизация состава комплекса мер безопасности в информационной системе // Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Доклады девятой международной научно-практической конференции «Инфотранс-2004». – СПб, 2004. – С.284-288.

42. Котенко А.Г. Оценка базового уровня информационных рисков автоматизированной системы // Информационные технологии моделирования и управления: Международный сборник научных трудов. – Воронеж: Изд. «Научная книга». – 2004. – Вып. 13. – С.124-128.

43. Котенко А.Г. Интегрированная экспертная система для оценки уровня безопасности информационной системы // IX Санкт-Петербургская Международная конференция «Региональная информатика (РИ-2004)», Санкт-Петербург, 22-24 июня 2004г.: Материалы конференции. – СПб, 2004. – С.227.

44. Котенко А.Г. Задача оптимизации состава комплекса мер безопасности в информационной системе // Проблемы транспортного обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Логистика и новые технологии на транспорте: Сборник трудов Второй всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: Синтез. – 2004. – С.179-181.

45. Котенко А.Г. Основы реализации имитационного компонента в экспертной системе // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом. Сборник научных трудов. / Под ред. Ю.И. Ефименко, А.Т. Осьминина. – СПб: ПГУПС. – 2004. – Вып. 4. – С.26-30.

46. Яковлев В.В., Корниенко А.А., Котенко А.Г. Логико-вероятностный подход к определению допустимости информационных рисков автоматизированной системы // Рукопись деп. в ВИНТИ 27.11.2003 г. № 2061-В2003. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения. – 2003. – 24 с.

47. Котенко А.Г. Метод построения модели прогнозирования защищенности информации телекоммуникационной системы // Телекоммуникационные технологии на транспорте России: Сборник докладов Первой Межведомственной научно-практической конференции «ТелеКомТранс-2003». – Ростов н/Д, 2003. – С.160-163.

48. Котенко А.Г. Эвристические модели оценки рисков и уровня защищенности информации в автоматизированной системе // Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Доклады восьмой международной научно-практической конференции «Инфотранс-2003». – СПб, 2003. – С.284-288.

49. Котенко А.Г. Вопросы обеспечения информационной безопасности системы диспетчерского управления в звене ЕЦДУ-ДЦ // Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Сборник докладов шестой международной научно-практической конференции «Инфотранс-2001». – Ростов н/Д, 2001. – С.195-198.

Подписано к печати
Печать-ризография
Тираж 100 экз.
СР ФГБОУ ВПО ПГУПС

27.08.2014
Бумага для множит. апп.
Заказ № 710.
190031, Санкт-Петербург, Московский пр. 9

Формат 60х84, 1/16
Печ. л. – 2,0