

Замковой Алексей Анатольевич
канд. экон. наук, АО «Институт
экономики и развития транспорта»,
г. Москва
e-mail: rtr@iert.com.ru

Кудияров Сергей Петрович
ст. специалист АО «Институт
экономики и развития транспорта»,
г. Москва
e-mail: s.kudiyarov@gmail.com

Мартышкин Роман Викторович
канд. экон. наук, АО «Институт
экономики и развития транспорта»,
г. Москва
e-mail: martyshkinrv@mail.ru

Стризов Вадим Викторович
д-р физ.-мат. наук, Вычислительный
центр имени А.А. Дородницына
Федерального исследовательского
центра «Информатика и управление»
Российской академии наук, г. Москва
e-mail: strizov@ccas.ru

Zamkovoy Alexey
Candidate of Economic Sciences,
Institute of Economics and transport
development, Moscow
e-mail: rtr@iert.com.ru

Kudiyarov Sergey
senior specialist, Institute of Economics
and transport development, Moscow
e-mail: s.kudiyarov@gmail.com

Martyshkin Roman
Candidate of Economic Sciences,
Institute of Economics and transport
development, Moscow
e-mail: martyshkinrv@mail.ru

Strizhov Vadim
Doctor of Physical and Mathematical
Sciences, Dorodnicyn Computing Centre,
Federal Research Center «Computer
Science and Control» of Russian Academy
of Sciences, Moscow
e-mail: strizov@ccas.ru

СОГЛАСОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ЭКСПЕРТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Аннотация. Предложено решение задачи прогнозирования объемов грузовых железнодорожных перевозок на основе ретроспективных данных, анализа влияния внешних факторов на формирование перспективной грузовой базы и распределение грузов по видам транспорта. Для повышения качества прогноза предложена модель с использованием исторических данных об объемах грузовых железнодорожных перевозок и экспертных оценок внешних факторов, влияющих на функционирование железнодорожного транспорта. Описана структура исторических данных, временных рядов объемов грузовых перевозок, их связи с экспертными моделями.

Ключевые слова: железнодорожные грузовые перевозки, прогноз, экспертные модели, временные ряды, экзогенные факторы, управление.

HARMONIZATION OF HISTORICAL DATA AND EXPERT MODELS FOR FORECASTING DEMAND FOR RAIL TRANSPORTATION

Abstract. The problem of rail freight traffic volume forecasts using retrospective data, analysis of the impact of external factors on the cargo base and the distribution of goods shipments by transport mode is solved. In order to improve the forecast fidelity proposed the model integrating historical data of freight rail traffic volume and expert assessments of external factors affecting the work of rail transport has been proposed. The structure of historical data, time series of freight traffic volumes, as well as relationship with expert models is described.

Keywords: rail freight, forecast, expert models, time series, exogenous factors, management.

Прогнозирование объемов грузовых железнодорожных перевозок имеет важнейшее практическое значение для всех участников перевозочного процесса: грузоотправителей и грузополучателей, операторов и владельцев подвижного состава, ОАО «Российские железные дороги» (далее – РЖД). Научно-обоснованное прогнозирование объемов грузовых перевозок является одним из основных элементов при формировании мероприятий по удовлетворению спроса субъектов экономической деятельности на перевозки грузов с фиксированными качественными и количественными параметрами при рациональном использовании ограниченного объема финансовых, временных, кадровых и других ресурсов [1].

Прогнозирование грузовых железнодорожных перевозок является комплексной задачей, решение которой требует построения единой системы непротиворечивых прогнозов [3; 4]. Прогноз должен охватывать и детализировать грузовую базу в различных разрезах: по видам перевозки, по основным номенклатурным позициям перевозимых грузов, по основным направлениям перевозок и т. д. Элементарный прогноз может быть выстроен на основе анализа отчетных (исторических) данных об объемах грузовых железнодорожных перевозок. Однако экстраполяция исторических данных в условиях волатильности рынков едва ли может считаться приемлемым методом получения прогноза. В рамках предложенного автором метода уточнение и корректировку прогнозных объемов проводят на основе учета факторов, воздействующих на грузовые железнодорожные перевозки. В результате проведенных изысканий возникает задача согласования исторических данных об объемах перевозок и экспертных моделей, описывающих область и характер влияния различных факторов. Главная цель статьи – решение задачи сбора и систематизации исторических данных объемов железнодорожных грузовых перевозок и статистического анализа этих данных с использованием экспертных оценок.

Проблема прогнозирования грузовых железнодорожных перевозок с целью повышения их перспективной экономической эффективности на протяжении многих лет является предметом научных исследований как в России, так и за рубежом. Большое внимание уделяется вопросу прогнозирования перспективного спроса на услуги грузовых железнодорожных перевозок, разработки рационального использования транспортной инфраструктуры, формирование оптимальной топологии сети с учетом перспективных грузопотоков [9; 10; 11]. В ряде публикаций описан опыт привлечения математического аппарата, в частности, множественного дисперсионного анализа исторических данных, в целях прогнозирования перевозок [6; 12].

В отечественной практике можно отметить применение методов межотраслевых балансов для оценки взаимосвязи между показателями промышленного производства и грузовыми перевозками, прогнозирования перспективных грузопотоков [2; 5]. Проводятся исследования по оценке конкурентоспособности железнодорожного транспорта в рамках транспортного комплекса в целом [4].

Один из важнейших вопросов в прогнозировании связан со сложностью проблемы описания, формализации, алгоритмизации и встраивания в математически модели экзогенных («внешних» по отношению к работе железнодорожного транспорта) факторов [7]. В ряде случаев потребность грузоотправителей в услуге перевозки непосредственно железнодорожным транспортом не детерминирована. Конечное решение о выборе того или иного способа доставки груза формируется на основе комплексного анализа предложений на рынке транспортных услуг и может изменяться в зависимости от степени влияния различных факторов в каждой конкретной ситуации.

Рассмотрим факторы, используемые при построении прогнозной модели. В основе предлагаемой авторами прогнозной модели лежит следующая предпосылка. Субъект управления (лицо, принимающее решение) имеет ориентир по объемам перевозок и эффективности работы железнодорожного транспорта. Ориентир по объемам перевозок задается, с одной стороны, уже достигнутыми показателями (историческими данными), с другой – целевыми факторами, т. е. макроэкономическими либо отраслевыми параметрами, значения которых находятся в прямой или обратной корреляции с объемами железнодорожных перевозок. Гипотеза о наличии и характере связи между значением целевого фактора и соответствующим ему объемом железнодорожных перевозок по тому или иному виду перевозки и группе груза делается в рамках экспертной модели.

Субъект управления может принимать управленческие решения с учетом доступных ему инструментов в целях увеличения объема привлекаемых на железнодорожный транспорт объемов грузов. Или, напротив, принимаемые решения могут тормозить рост прогнозных объемов железнодорожных перевозок относительно ожидаемого (прогнозируемого по целевым факторам) изменения грузовой базы. Таким образом, факторы управления могут корректировать прогнозные объемы перевозок.

Также существуют факторы, не являющиеся целевыми, но и не лежащие в области перевозочного процесса и потому не регулируемые субъектом управления. Но они также корректируют прогнозное изменение объемов перевозок. Множество факторов создают значительное количество прогнозных комбинаций, а сами комбинации зачастую слабо формализуемы, поэтому для решения поставленной задачи находится компромисс. Компромисс заключается в отборе ограниченного, но достаточно значимого набора прогнозных факторов в рамках экспертных моделей. Отобранные факторы проверяют на предмет корреляции их значений по временным ядрам с рядами данных об исторических объемах железнодорожных перевозок.

В рассматриваемой модели используют исторические данные об объемах грузовых перевозок. Они представляют собой сведения о фактической перевозке грузов железнодорожным транспортом за ряд лет. Объемы перевезенных грузов, измеряемые в тоннах, группируют по четырем видам перевозок (внутрироссийские, экспортные, импорт, международный транзит), а также по основным позициям товарной номенклатуры перевезенных грузов. В этой статье принято разбиение всей грузовой базы железнодорожного транспорта на 10 основных групп грузов: каменный уголь, каменноугольный кокс, нефтяные, рудные, хлебные и лесные грузы, минерально-строительные материалы, черные металлы, удобрения, прочие грузы. Объемы грузовых железнодорожных перевозок рассматривают в разрезе трех уровней детализации: общие уровни по сети РЖД, междорожные связи, отдельные корреспонденции по крупным точкам зарождения и погашения грузопотоков.

В рамках этой статьи подготовку моделей прогнозирования грузовых железнодорожных перевозок проводят на среднесрочную перспективу (1-3 прогнозных года). В целях проверки работоспособности полученных моделей расчет прогнозных значений объемов грузовых железнодорожных перевозок проводят на 2015 г., 2016 г. и 2017 г. Ввиду наличия отчетной информации о фактических объемах перевозок за данный временной ряд подобный прогноз позволяет произвести сравнение точности, которая достигается в разработанной прогнозной модели. В роли исторических значений объемов грузовых железнодорожных перевозок выступили фактические значения за период 2005-2014 гг.

Рассмотрим теперь целевые факторы развития системы железнодорожных перевозок. Это внешние (экзогенные) для железнодорожного транспорта факторы, заложенные в официальные государственные и корпоративные документы, такие как «Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года», государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», «Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года», отдельные отраслевые программы развития («Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года»), корпоративные стратегии (например, «Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года») и т. д. Целевые факторы могут иметь как количественное (денежное, в тоннах и т.д.) измерение, так и качественное.

Целевые факторы подразделяют на четыре блока: финансовый, административно-политический, технологический, отраслевой. Финансовые факторы характеризуют изменение валютных курсов, доступности финансовых ресурсов для инвестиционных целей (например, учет ключевой ставки Центрального Банка может показать доступность кредитных ресурсов для потенциального инвестора, а следовательно – и активность в развитии экономики, т. е., в конечном счете, спрос на услуги грузовых перевозок), а также стоимостные показатели по важнейшим товарным группам, которые должны показать, в зависимости от уровня цен, заинтересованность производителей в выпуске – а следовательно, и перевозках – этой продукции. Административно-политические факторы отражают явления неэкономического характера, не относящиеся к железнодорожным перевозкам, но влияющие на их грузовую базу. Технологические факторы описывают основные внешние явления, определяющие конкурентоспособность железнодорожного транспорта по сравнению с альтернативными способами доставки. Отраслевые факторы задают основные тенденции в отдельных отраслях, формирующих грузовую базу железнодорожных перевозок.

Влияние каждого фактора распространяется на ограниченную «область влияния» и имеет свой «характер зависимости», т. е., корреляцию с изменением объемов грузоперевозок. Прямая зависимость означает, что увеличение значения данного параметра должно означать рост объемов перевозок по группам грузов и видам перевозок, попадающих в «область влияния». Обратная зависимость, напротив, предполагает снижение в «области влияния». Экспертно отобранные целевые критерии, принятые в этой статье, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Целевые факторы модели прогноза объема грузовых железнодорожных перевозок

Фактор и единица его измерения	Область влияния	Характер зависимости
Темп роста мирового валового внутреннего продукта (далее – ВВП) (факт), %	Все экспортные и транзитные перевозки	Прямая

Фактор и единица его измерения	Область влияния	Характер зависимости
Темп роста ВВП РФ (факт), %	Внутренние, экспортные, импортные перевозки	Прямая
Душевой ВВП по паритет покупательной способности (далее – ППС) (программа), тыс. долл. США	Внутренние, экспортные, импортные перевозки	Прямая
Душевой ВВП по ППС (факт, Росстат), тыс. долл.		
Численность населения РФ (факт, прогноз Росстат), млн чел.	Внутренние перевозки, импорт, в особенности группа прочие грузы, хлебные грузы	Прямая
Динамика инвестиций в основной капитал (в сопоставимых ценах, к предыдущему году), %	Внутренние и импортные перевозки, в особенности группы грузов черные металлы, кокс, остальные, лесные, минерально-строительные грузы, удобрения	Прямая
Экспорт РФ (программа), млрд долл	Экспортные перевозки	Прямая
Экспорт РФ (факт), млрд долл.		
Рост несырьевого экспорта, %	Экспортные перевозки, кроме нефтяных грузов угля, руды, минерально-строительных грузов	Прямая
Импорт РФ (программа), млрд долл	Импортные перевозки	Прямая
Импорт РФ (факт), млрд долл.		
Реальная начисленная заработная плата (программа), темп роста, %	Внутренние и импортные перевозки; группы грузов прочие, черные металлы, минерально-строительные, лесные, кокс	Прямая
Средняя заработная плата по экономике, тыс. руб.		
Оборот розничной торговли (программа), темп роста, %	Внутренние и импортные перевозки; группы грузов прочие, хлебные, лесные	Прямая
Индекс физического объема розничной торговли (факт, к предыдущему году), %		
Добыча нефти (программа), млн т	Перевозки нефтяных грузов, кроме транзита	Прямая для внутренних и экспортных перевозок, обратная для импорта
Добыча нефти (факт), млн т		
Экспорт нефти (факт), млн т	Экспорт нефтяных грузов	Прямая
Доля экспорта в добыче нефти (программа), %		
Добыча угля (программа), млн т	Перевозки угля, кроме транзитных	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных
Добыча угля (факт), млн т		
Экспорт угля (факт), млн т	Экспорт угля	Прямая
Доля экспорта в добыче угля (программа), %		

Фактор и единица его измерения	Область влияния	Характер зависимости
Индекс производства машин и оборудования (программа), %	Перевозки (кроме транзитных) групп грузов «прочие», черные металлы, кокс	Прямая
Индекс производства машин и оборудования (факт, к предыдущему году), %		
Производство проката черных металлов (программа), млн т	Перевозки (кроме транзитных) черных металлов, кокса, угля, руд	Прямая для внутренних и экспортных перевозок черных металлов, обратная для импортных; прямая для внутренних и импортных перевозок угля, руд и кокса, обратная для экспортных перевозок угля, руд и кокса
Производство проката черных металлов (факт), млн т		
Индекс производства цветных металлов (программа), %	Перевозки (кроме транзитных) групп грузов «остальные грузы», руды	Прямая для перевозок группы остальные грузы, обратная для экспорта группы рудные грузы
Производство алюминия (программа), %		
Производство алюминия, млн т		
Производство минеральных удобрений (программа), млн т	Перевозки минеральных удобрений (кроме транзитных)	Прямая для внутренних и экспортных перевозок; обратная для импортных перевозок
Производство минеральных удобрений (факт, в пересчете на 100% питательное вещество), млн т		
Индекс химического производства (программа), %	Перевозки группы «остальные грузы», кроме транзитных	Прямая
Индекс химического производства (факт, к предыдущему году), %		
Доля импорта в потреблении полимеров этилена (программа), %	импортные перевозки группы «остальные грузы»	Прямая
Доля импорта в потреблении полимеров пропилена (программа), %	импортные перевозки группы «остальные грузы»	Прямая
Заготовка древесины (программа), %	Перевозки (кроме транзитных) группы «лесные грузы»	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных перевозок
Заготовка древесины (Факт), млн куб. м		
Производство пиломатериалов (программа), млн куб. м		
Индекс обработки древесины (факт, к предыдущему году), %		
Производство бумаги и картона (программа), млн т	Перевозки (кроме транзитных) грузов группы «остальные»	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных
Производство бумаги и картона (факт), млн т		
Индекс целлюлозно-бумажного производства (факт, к предыдущему году), %		
Потребление пиломатериалов (программа), млн куб. м	Перевозки грузов группы «лесные»	Прямая для внутренних и импортных
Потребление бумаги и картона (программа), млн т	Перевозки грузов группы «остальные»	Прямая для внутренних и импортных

Фактор и единица его измерения	Область влияния	Характер зависимости
Производство цемента (программа), млн т	Перевозки грузов группы «минерально-строительные»	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных
Производство цемента (факт), млн т		
Индекс производства минеральных продуктов (программа), %	Перевозки грузов группы «минерально-строительные»	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных
Индекс производства минеральных продуктов (факт, к предыдущему году), %		
Объем потребления цемента в России (программа), кг/чел	Перевозки грузов группы «минерально-строительные»	Прямая для внутренних и импортных перевозок
Ввод задний жилого и нежилого назначения (факт), млн кв. м		
Сбор зерновых (программа), млн т	Перевозки грузов группы «хлебные»	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных
Валовый сбор зерновых и зернобобовых (факт), млн т		
Индекс производства пищевой продукции (программа), %	Перевозки (кроме транзитных) группы «остальные», «хлебные грузы»	Прямая для внутренних и экспортных, обратная для импортных
Индекс производства пищевой продукции (факт, к предыдущему году), %		

Составлено авторами по материалам исследования

Проанализируем факторы влияющие на грузовые железнодорожные перевозки.

Факторы управления – это доступные субъекту управления управленческие инструменты. Авторы статьи выделили три основные группы: тарифные, скоростные, технологические. Перечень выбранных факторов определен задачами разработки прогноза, но вся полнота возможных управленческих решений не исчерпывается этим перечнем. В целях уточнения прогноза возможен перевод факторов управления в конкретные количественные значения. В таком случае могут быть получены сценарии развития системы грузовых железнодорожных перевозок при изменении переменных – принятых управленческих решений. Отобранные для целей прогноза факторы управления приведены в таблице 2.

Таблица 2

Факторы управления в прогнозной модели грузовых железнодорожных перевозок

Группа факторов	Фактор и единица его измерения	Область влияния	Характер зависимости
Тарифные	Изменение средних тарифов на перевозку, рост/снижение	Все грузы	Обратная
Скоростные	Изменение скорости доставки, рост/снижение	Все грузы	Прямая
Технологические	Изменение массы состава, рост/снижение	Все грузы	Прямая
	Состояние вагонного парка, профицит/баланс/дефицит	Все грузы	Прямая
	Пропускная способность путей, достаточная/недостаточная	Все грузы	Прямая
	Внедрение подвижного состава с увеличенной осевой нагрузкой, да/нет	Все грузы, кроме группы «остальные»	Прямая

Составлено авторами по материалам исследования

На объемы грузовых железнодорожных перевозок может оказывать влияние ряд факторов, которые не лежат в поле управленческих решений, т. е. являются экзогенными факторами, но при этом не относятся к числу учтенных документами целевых критериев. Однако эти факторы также оказывают воздействие на изменение объемов грузовых железнодорожных перевозок, поэтому их учет для прогноза необходим. Их можно назвать факторами состояния системы. Массив этих факторов формируется из большого числа источников: государственные стратегии, программы, профильные исследования и др. При работе с историческими значениями показателей это может быть доступная статистическая информация. При подготовке прогноза необходимо оценить перспективное изменение закладываемых в прогнозную модель внешних факторов. Источниками данных могут выступать как российские стратегические и программные документы, так и информация международных прогностических источников.

Факторы состояния системы подразделяют на две группы: макроэкономические и отраслевые. Макроэкономические факторы оказывают воздействие на широкий набор грузов, но не всегда на все виды перевозок. Отраслевые факторы оказывают влияние только на отдельные группы грузов, или даже на часть какой-то группы. Эти факторы могут иметь как натуральное измерение (в тоннах или денежных единицах), так и представлять собой индексы, измеряемые в процентах. Часть факторов может иметь качественное изменение – в этом случае используют тот же подход, что и при учете факторов управления. При подготовке прогноза необходимо оценить перспективное изменение закладываемых в прогнозную модель внешних факторов.

Перечень принятых в этой статье факторов состояния системы представлен в таблице 3.

Таблица 3

Факторы состояния системы грузовых железнодорожных перевозок

Группа факторов	Фактор и единица его изменения	Область влияния	Характер зависимости
Финансовые	Курс национальной валюты (факт), руб./долл.	Экспортные, импортные, транзитные перевозки	Прямая для экспортных и транзитных, обратная для импортных перевозок
	Курс национальной валюты (прогноз), руб./долл.		
	Финансовые санкции, да/нет	Импортные перевозки	Обратная
	Ставка рефинансирования ЦБ РФ (ключевая ставка), факт, %	Перевозки, кроме транзитных, групп грузов: черные металлы, минерально-строительные, кокс, уголь, прочие, лесные	Обратная
	Цена нефти (факт), долл./барр.	Перевозки нефти	Прямая для экспортных, обратная для внутренних и импортных перевозок
	Цена нефти (прогноз), долл./ барр.		
	Цена угля (прогноз), долл./т	Перевозки угля	Прямая для экспортных, обратная для внутренних и импортных перевозок
	Цена зерна (пшеница), долл./т	Перевозки хлебных грузов	Прямая для экспортных, обратная для внутренних и импортных перевозок
	Цена железной руды, долл./т	Перевозки рудных грузов	Прямая для экспортных, обратная для внутренних и импортных перевозок
	Цена удобрений (диаммофос), долл./т	Перевозки удобрений	Прямая для экспортных, обратная для внутренних и импортных перевозок

Группа факторов	Фактор и единица его изменения	Область влияния	Характер зависимости
Административно-политические	Эмбарго на импорт продовольствия в РФ, да/нет	Перевозки грузов группы «остальные»	Обратная для импортных, прямая для внутренних перевозок
	Программы импортозамещения, да/нет	Внутренние и импортные перевозки грузов групп: «остальные», черные металлы, уголь, кокс	Прямая для внутренних, обратная для импортных
	Ограничение нагрузки на ось в автоперевозках, да/нет	Перевозки групп грузов: остальные, лесные, хлебные, черные металлы	Прямая
	Взимание платы за проезд в автоперевозках, рост/статус-кво/снижение	Перевозки грузов групп: «остальные», лесные, хлебные, черные металлы	Прямая
	Обострение политической напряженности в АТР, да/нет	Транзитные перевозки грузов групп: «остальные», экспортные перевозки грузов групп нефть, уголь, руда	Прямая
Технологические	Ограничения мощности портовой инфраструктуры, да/нет	Экспортные, импортные, транзитные перевозки всех групп грузов	Обратная
	Тарифы на морские перевозки, рост/снижение	Транзитные перевозки грузов всех групп	Обратная
	Организация наземных маршрутов следования транзитных грузов в обход территории России, да/нет	Транзитные перевозки грузов всех групп	Обратная
	Развитие электронных коммерческих площадок грузовых автотранспортных услуг, да/нет	Перевозки грузов групп: «остальные», лесные, хлебные	Обратная
Отраслевые	Кризис перепроизводства в отрасли, да/нет	Все грузы	Обратная
	Снижение углеродоемкости экономики, да/нет	Перевозки угля, нефти	Обратная
	Снижение материалоемкости производства, да/нет	Перевозки черных металлов, угля, кокса, рудных грузов	Обратная
	Сокращение добычи угля в Китае, да/нет	Экспортные перевозки угля	Прямая

Составлено авторами по материалам исследования

Таким образом, в статье описан набор исторических данных для построения модели прогнозирования объемов грузовых железнодорожных перевозок на основе согласования исторических данных и экспертных моделей влияния факторов, оказывающих воздействие на железнодорожные грузовые перевозки. Экспертным путем задано три основных типа факторов, влияющих на перспективные значения объемов грузовых железнодорожных перевозок, произведен отбор релевантных факторов в целях прогнозирования.

Для предложенной модели прогнозирования построена база данных железнодорожных грузовых перевозок, создана библиотека экспертных моделей [8]. Экспертные модели описывают взаимосвязь между различными временными рядами грузовых перевозок, значениями внешних факторов и факторов управления, характер этой взаимосвязи.

Полученную базу данных временных рядов данных и экспертных моделей предполагается верифицировать по обширному кругу значений с применением методики теста Грейнджера. По итогам проверки модель может быть доработана с учетом выявленных расхождений. При подтверждении гипотезы о работоспособности данных экспертных моделей выраженный в качестве формул математический аппарат, описывающий конкретное выражение зависимости между объемами железнодорожных перевозок и значениями фактором модели управления железнодорожным транспортом, может выступить конкретным инструментом прогнозирования объемов грузовых железнодорожных перевозок в заданной детализации (общие уровни по видам перевозок, по группам грузов).

Библиографический список

1. Замковой, А. А. Прогнозирование грузовых перевозок. / А. А. Замковой, П. А. Шестаков // Экономика железных дорог. – 2017. – № 5. – С. 30-39.
2. Ивантер, В. В. Использование метода межотраслевого баланса для научного обоснования стратегического развития железнодорожной системы России. / В. В. Ивантер, М. Н. Узяков, А. А. Широв [и др.]. – М.: ИПК «УП ПРИНТ». – 2015. – 205 с.
3. Левицкая, Л. П. Стратегический анализ и прогнозирование бизнес-процессов на транспорте. / Л. П. Левицкая, А. А. Замковой, М. М. Строков. – М.: ВИНТИ РАН. – 2017. – 128 с.
4. Левицкая, Л. П. Управление транспортом как сложной производственно-экономической системой. / Л. П. Левицкая, А. А. Замковой, М. М. Строков // Экономика железных дорог. – 2018. – № 1. – С. 25-33.
5. Пехтерев, Ф. С. Использование инструментов межотраслевых балансов при разработке «Генеральной схемы развития железнодорожной сети ОАО «РЖД» для обеспечения перспективных потребностей экономики в перевозках. / Ф. С. Пехтерев, П. А. Шестаков – М.: ВИНТИ РАН. – 2016. – 128 с.
6. Попов, П. А. Стохастическое моделирование движения поездов в задачах интервального регулирования. // Наука и транспорт. – 2013. – № 2. – С. 8-19.
7. Стрижов, В. В. Учет влияния экзогенных факторов при непараметрическом прогнозировании временных рядов / В. В. Стрижов, А. П. Мотренко, К. В. Рудаков // Вестник Московского университета. – 2016. – № 2. – с. 20-27.
8. Замковой, А. А. Факторы прогнозирования / А. А. Замковой, С. П. Кудияров, Р. В. Мартышкин, В. В. Стрижов // база данных. – Режим доступа: <https://yadi.sk/d/guiFRByO3TdYoN> / (дата обращения: 01.03.2018).
9. Guglielminetti, P. Freight transport planning: An optimisation model for transalpine rail network. / P. Guglielminetti, J.-P. Leyvraz, R. Rivier // Swiss Transport Research Conference. – Monte Verita: STRC. – 2001. – pp. 6-18.
10. Pendyala, R. M. Freight travel demand modeling: synthesis of research and development of a framework. / R. M. Pendyala, V. N. Shankar, R. G. McCullough / J. of the Transportation Research Board // National Research Council, Washington D. C. – 2000. – pp. 9-16.
11. Rao, P. S. Forecasting the demand for railway freight services // J. of Transp. Econ. and Policy. – 1978. – Vol. 12(1). – pp. 7-26.
12. Shan, Z. A MANOVA of Historical and Unhistorical Factors for Traffic Volume Forecasting. / Z. Shan, Qiu, Yingjie Y. // Proceed. of the 2nd Int. Conf. ICTIS. China. – 2013.– pp. 391-397.

References

1. Zamkovoy, A. A. Prognozirovaniye gruzovykh perevozok [*Freight traffic forecasting*] / Zamkovoy A.A, Shestakov P.A. // Ekonomika zheleznikh dorog [*Economy of Railways*], 2017, I. 5, pp. 30-39.
2. Ivanter, V. V. Ispol'zovaniye metoda mezhotraslevogo balansa dlya nauchnogo obosnovaniya strategicheskogo razvitiya zheleznodorozhnoy sistemy Rossii [*Use of the method of intersectoral balance for the scientific substantiation of the strategic development of the Russia's railway system*] / V. V. Ivanter, M. N. Uzyakov, A. A. Shirov. M.: IPK «UMP PRINT», 2015. 205 p.
3. Levitskaya, L. P. Strategicheskii analiz i prognozirovaniye biznes-protsessov na transporte [*Strategic analysis and forecasting of transport business processes*] / L. P. Levitskaya, A. A. Zamkovoy, M. M. Strokov. M.: VINITI, 2017. 128 p.
4. Levitskaya, L. P. Upravleniye transportom kak slozhnoy proizvodstvenno-ekonomicheskoy sistemoy [*To manage transport as a complex production and economic system*] / L. P. Levitskaya, A. A. Zamkovoy, M. M. Strokov // Ekonomika zheleznikh dorog [*Economy of Railways*], 2018, I. 1, pp. 25-33.
5. Pekhterev, F. S. Ispol'zovaniye instrumentov mezhotraslevykh balansov pri razrabotke «General'noy skhemy razvitiya zheleznodorozhnoy seti ОАО «RZhD» dlya obespecheniya perspektivnykh potrebnostey ekonomiki v perevozkakh [*Use of intersectoral*

- balance sheet instruments in the development of the General scheme for the development of the railway network of Russian Railways to meet the future transportation needs of the economy*] / F. S. Pekhterev, P. A. Shestakov. M.: VINITI, 2016. 128 p.
6. Popov, P. A. Stokhasticheskoye modelirovaniye dvizheniya poezdov v zadachakh interval'nogo regulirovaniya [*Stochastic simulation of train movement in the problems of interval control*] // Nauka I transport [*Science and transport*], 2013, I. 2, pp. 8-19.
 7. Strizhov, V. V. Uchyot vliyaniya ekzogennykh faktorov pri neparametricheskov prognozirovanii vremennykh ryadov [*Taking into account the influence of exogenous factors in nonparametric forecasting of time series*] / V. V. Strizhov, A. P. Motrenko, K. V. Rudakov // Vestnik Moskovskogo universiteta [*Bulletin of Moscow University*], 2016, I. 2, pp. 20-27.
 8. Zamkovoy A. A. Faktory prognozirovaniya [*Forecasting factors*] / A. A. Zamkovoy, S. P. Kudiyarov, R. V. Martyshkin, V. V. Strizhov // Data base. Available at: <https://yadi.sk/d/guiFRByO3TdYoN> / (accessed 01.03.2018).
 9. Guglielminetti, P. Freight transport planning: An optimisation model for transalpine rail network. / P. Guglielminetti, J.-P. Leyvraz, R. Rivier // Swiss Transport Research Conference. Monte Verita: STRC, 2001, pp. 6-18.
 10. R. M. Pendyala. Freight travel demand modeling: synthesis of research and development of a framework. / R. M. Pendyala, V. N. Shankar, R. G. McCullough / J. of the Transportation Research Board // National Research Council, Washington D.C., 2000, pp. 9-16.
 11. Rao, P. S. Forecasting the demand for railway freight services // J. of Transp. Econ. and Policy, 1978, Vol. 12 (1), pp. 7-26.
 12. Shan, Z. A MANOVA of Historical and Unhistorical Factors for Traffic Volume Forecasting. / Z. Shan, R. Qiu, Y. Yingjie // Proceed. of the 2nd Int. Conf. ICTIS. China, 2013, pp. 391-397.