

**В.Ф. Бузулуцков, М.В. Пятаев, А.Н. Сизов**

**ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МЕЖОТРАСЛЕВАЯ  
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ  
КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ  
ПРОЕКТОВ**

*В статье дано описание инструментария оптимизационной межотраслевой межрегиональной модели – железнодорожный транспорт (ОМММ-ЖДТ), применяемого для получения макроэкономических оценок последствий реализации крупномасштабных железнодорожных проектов (КПЖД), представлена схема функционирования информационно-программно-модельного комплекса ОМММ-ЖДТ. Приведено формальное описание транспортных связей, позволяющих моделировать ключевой показатель развития железнодорожной отрасли – объем транспортной работы как сумму грузооборота и пассажирооборота. Развивается идея оценки КПЖД (на стадии предпроектного замысла) с позиций «многослойного» сценарного подхода, при котором крупномасштабный проект рассматривается как элемент стратегии развития железнодорожной отрасли и одновременно сама отраслевая стратегия встраивается в систему народно-хозяйственных сценариев-контрастов. Для моделей данного класса предложен приближенный алгоритм расчета динамики инвестиций в развитие отрасли, который позволяет не только отслеживать влияние рассматриваемого КПЖД на инвестиционную динамику отрасли, но и сопоставлять ее инвестиционные программы (являющиеся объектом моделирования в ОМММ-ЖДТ) с программами развития других отраслей, переводя объемные показатели в показатели динамики.*

**Ключевые слова:** программно-модельный комплекс; отраслевая стратегия; железнодорожный транспорт; сценарный подход; макроэкономическая оценка; крупномасштабные железнодорожные проекты; ОМММ-ЖДТ

**Для цитирования:** Бузулуцков В.Ф., Пятаев М.В., Сизов А.Н. Оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель как инструмент оценки эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов // Регион: экономика и социология. – 2019. – № 3 (103). – С. 240–266. DOI: 10.15372/REG20190310

## 1. ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНО-МОДЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОМММ-ЖДТ

Оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель – железнодорожный транспорт (ОМММ-ЖДТ) предназначена для оценки макроэкономических последствий реализации крупномасштабных инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте (КПЖД), включая получение оценок общественной эффективности таких проектов [5]. В основе ее построения лежит «каноническая» оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель (ОМММ), предложенная академиком А.Г. Гранбергом и развиваемая его школой в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН [1; 2].

Формальное описание ОМММ-ЖДТ дано в работе [9], поэтому здесь приведем только вербальное описание модельного комплекса. Программно-модельный комплекс ОМММ-ЖДТ состоит из двух одинаковых по структуре полудинамических (прогнозных) моделей, каждая из которых охватывает свой период (2008–2020 гг., 2021–2030 гг.) и статической модели базового (2007) года (базовой модели) (см. далее рис. 1). Связь между моделями осуществляется на основе принципов построения многопериодной (в данном случае – трехпериодной) модели с прямой рекурсией, когда часть результатов расчетов базовой модели переносится в виде граничных и начальных условий в модель первого прогнозного периода. Аналогично часть результа-

тов решения модели первого периода передается в виде граничных и начальных условий в модель второго прогнозного периода.

Базовая модель выступает как прототип будущих прогнозных моделей, поскольку отличается от них по структуре функциональных блоков только отсутствием характеристик динамики. Она является информационной основой прогнозных моделей, поскольку ее назначение – в результате итеративного процесса приближенных решений получить оптимальное сбалансированное решение за последний (как правило, уже прошедший) отчетный год, предшествующий началу первого прогнозного периода. Это решение, верифицированное по данным текущей статистики, позволяет задать систему непротиворечивых стоимостных (выраженных в неизменных ценах базового года) и натуральных показателей, в которых будут измеряться решения прогнозных моделей.

Особая роль базовой модели объясняется следующими дополнительными обстоятельствами.

*Основу построения прогнозных межотраслевых межрегиональных моделей балансового типа, как правило, составляют межотраслевые балансы (МОБ) производства и распределения продукции, а после перехода к Системе национальных счетов (СНС) – таблицы «затраты – выпуск» (или для краткости МОБ СНС). В частности, впервые разработанный Росстатом в расширенной номенклатуре МОБ СНС России за 1995 г. (227 наименований товаров и услуг) до сих пор остается неизвестным широкому кругу исследователей. По итогам разработки «неизвестного» МОБ Росстатом в 2000–2006 гг. было выпущено по краткой схеме девять систем таблиц «затраты – выпуск» за 1995–2003 гг. в классификации ОКОНХ (22–25 отраслей народного хозяйства, включая семь-девять отраслей промышленности). В 2017 г. впервые в новейшей истории России детализированная система таблиц «затраты – выпуск» за 2011 г. (178 видов деятельности, 248 товаров и услуг в классификации ОКВЭД) стала доступна исследователям. Затем Росстатом были опубликованы таблицы ресурсов и использования продуктов и услуг в агрегированной номенклатуре за 2012–2015 гг. (59 видов деятельности и столько же товаров и услуг). Но, насколько нам известно, под эгидой Рос-*

*стата за все 27 лет новейшей истории России не опубликовано ни одного регионального МОБ СНС.*

Указанная выше недостаточность региональных данных предопределяет предварительный этап построения прогнозных моделей. Именно на этом этапе нами осуществляется экспертное построение взаимоувязанных региональных балансов отчетного года в форме итеративного процесса получения приближенных оптимальных решений базовой модели с использованием ряда критериев сходимости.

Каждая прогнозная модель строится как система объединенных балансов:

- региональных межотраслевых балансов производства и распределения продукции в последнем году прогнозного периода;
- балансов наличия и использования трудовых ресурсов (занятых производственной деятельностью, определяемой в методологии СНС) в каждом регионе в последнем году прогнозного периода;
- балансов потребления инвестиций в основной капитал в регионах за весь прогнозируемый период.

Условием объединения региональных балансов являются межрегиональная система производственно-транспортных связей и единый максимизируемый критерий оптимизации – затраты на фактическое конечное потребление домашних хозяйств в заданной межрегиональной и отраслевой структуре. Единичным решением модели является вариант развития экономики в последнем году прогнозного периода, включающий производство общественного продукта в разрезе регионов, отраслей (видов деятельности) и технологических способов, объемы перевозок транспортабельной продукции между регионами по выделяемым видам транспорта, объем затрат на фактическое конечное потребление домашних хозяйств, накопление оборотных фондов, государственные расходы на коллективные нужды, сальдо экспорта и импорта, которое задается экзогенно. В отличие от перечисленных показателей потребление инвестиций (данного вида) в основной капитал региона находится в результате оптимизации как за последний год периода, так и в целом за прогнозный период. В последнем

случае объемы потребления инвестиций в регионе оптимизируются также в разрезе отраслей.

Полудинамический характер модель приобретает в результате задания закона роста инвестиций и выбора оптимальных траекторий решений в его рамках. В ОМММ-ЖДТ используется закон роста по степенной функции, т.е. предполагается, что объем инвестиций данного вида возрастает от базового года до последнего года прогнозного периода с неизменным темпом прироста, определяемым из решения модели. Соответственно, такой же закон роста распространяется на динамику остальных показателей.

Таким образом, внутри первого прогнозного периода в региональных балансовых уравнениях инвестиций (данного вида) осуществляется функциональная связь потребления инвестиций за весь период (эндогенная переменная) с искомыми темпами прироста инвестиций (эндогенная переменная) и инвестициями базового года (экзогенная переменная). Для второго периода роль инвестиций «базового» года выполняет эндогенная величина затрат инвестиций (данного вида) в регионе в последнем году первого прогнозного периода, которая уже является результатом оптимального решения модели этого периода. Инвестиции за период насчитываются исходя из заданных (экзогенных) параметров отраслевой капиталоемкости продукции и услуг, дифференцированной по регионам, и оптимизируемых объемов производства. Так как ОМММ-ЖДТ, наследуя родовые свойства «канонической» ОМММ, относится к линейным моделям, то кривая роста инвестиций линеаризуется по методике, изложенной в работе [1, с. 241–243].

В модели выделяется шесть российских регионов: Европейская Россия, Тюменская область, «остальная Западная Сибирь», Восточная Сибирь, Дальний Восток и Урал (Уральский федеральный округ без Тюменской области). Таким образом, в модели представлены три восточных федеральных округа (Уральский, Сибирский и Дальневосточный), а остальная часть страны объединена в один макрорегион.

Обобщающим конечным показателем производственной деятельности региона и его экономических взаимосвязей выступает валовой региональный продукт как сумма валовой добавленной стоимости

отраслей и видов деятельности региона. В ОМММ-ЖДТ расчет ВРП осуществляется как производственным методом, так и по элементам конечного использования. Производственная структура регионов, адаптированная к ОКВЭД, включает 45 отраслей и видов деятельности. В настоящую версию ОМММ-ЖДТ входят четыре транспортные отрасли: железнодорожный транспорт, газопроводный магистральный транспорт, нефтепроводный магистральный транспорт, прочий транспорт общего и не общего пользования.

## **2. СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНО-МОДЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОМММ-ЖДТ**

Общая схема функционирования информационно-программно-модельного комплекса (ИПМК) ОМММ-ЖДТ показана на рис. 1. Подготовка (форматирование) условий задачи для работы оптимизационного пакета<sup>1</sup> и обработка полученного оптимального решения средствами программного обеспечения<sup>2</sup> (на языке Visual Basic) осуществляются по модульному принципу, в соответствии с которым условия задачи и результаты ее решения для каждой модели комплекса группируются в проблемно-ориентированные модули и предстают перед пользователем самостоятельными частями, последовательно, по завершении запуска каждого из модулей.

Перечислим модули обработки решений: модуль общих (макроэкономических и отраслевых) решений (2); модуль стоимостных межотраслевых балансов производства и распределения продукции первых 37 (преимущественно агрегированных) отраслей (3); модуль натуральных, стоимостных и натурально-стоимостных балансов остальных восьми (преимущественно монопродуктовых) отраслей, а также балансов транспортных отраслей (4); модуль балансов инвестиций (5).

---

<sup>1</sup> При эксплуатации ОМММ-ЖДТ используется оптимизационный пакет LP-VC [10].

<sup>2</sup> Разработчиком программного сервиса ОМММ-ЖДТ является А.Н. Сизов.

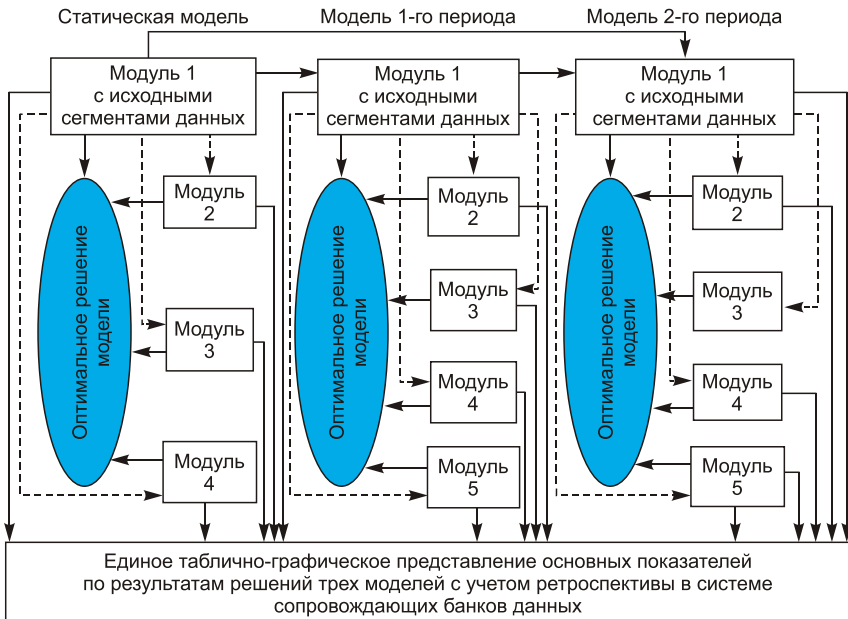


Рис. 1. Схема функционирования информационно-программно-модельного комплекса ОМММ-ЖДТ

В случае статической модели последний модуль, обрабатывающий решение в части инвестиций, отсутствует.

Модули обработки решений состоят из двух частей. Первая, пользовательская, часть – это организованные в виде книги Excel (один модуль – одна книга) наборы выходных таблиц с результатами решения и формализованного анализа, снабженные системой меню, позволяющей осуществлять выбор режимов обработки решения модели, а также быстрый поиск и просмотр выходных таблиц. Вторая часть – сервисные программы, обрабатывающие текущее решение и осуществляющие расчет выходных таблиц и их представление для пользователя.

Исходным моментом для получения решения каждой модели является запуск модуля (1), предшествующего процедуре оптимизации, результатом работы которого является преобразование условий зада-

чи в MPS-формат. Информация для работы этого модуля организована в виде диапазонов (матричных массивов) на листах книги Excel по принципу: один лист – один или два однородных сегмента данных, соответствующих определенному функциональному элементу в блочной структуре модели. Модуль условий задачи состоит: а) из пользовательской части, т.е. сегментов данных, заполняемых пользователем в заданных форматах при формировании условий задачи; б) из сервисных программ, считывающих сегменты исходных данных и преобразующих их во входной файл в MPS-формате для процедуры оптимизации.

Поскольку сами модули и собственно процедура оптимизации привязаны к каждой модели и являются автономными, т.е. независимыми от других моделей комплекса, такой подход позволяет получать решения и анализировать результаты избирательно. Например, при проведении многовариантных сценарных или итеративных отладочных расчетов может запускаться лишь тот модуль обработки, который в данный момент необходим для оценки качества текущего решения модели, во-первых, не всех, а выбранного прогнозного периода, а во-вторых, не по всем, а лишь по отслеживаемым параметрам, представленным в этом модуле. Следующим шагом являются оперативная корректировка (пользователем) данных в соответствующем модуле условий, его последующий «перезапуск» и переход к следующему шагу оптимизации.

Схема функционирования ИПМК с помощью избирательно используемых 14 модулей обусловила формирование еще одного структурного элемента комплекса – системы сопровождающих банков данных (БД), которая объединяет результаты работы всех модулей (см. рис. 1). Если выше ОМММ-ЖДТ характеризовалась как *программно-модельный комплекс* – ПМК (многопериодная модель, состоящая из однородных моделей, система последовательно запускаемых модулей, сам модуль, состоящий из пользовательской и программных частей), то только продиктованное логикой развития модельного комплекса генерирование БД, постоянно сопровождающих решения моделей в режиме многовариантных расчетов, позволяет назвать ее *информационно-программно-модельным комплексом* – ИПМК. Со-



проводящие БД многофункциональны. Отметим только, что именно целенаправленный (ориентированный на проблему) и избирательный характер аккумуляции данных, включая широкий диапазон экспертных оценок, определяет качество той информационной среды, в которую модельный комплекс погружается при проведении сценарных расчетов по оценке КПЖд.

Специфика проблемно-ориентированных данных заключается в том, что в своей значительной части они состоят из динамических рядов основных показателей модели, выраженных в стоимостной, натуральной или индексной формах, соединяющих в долговременные тренды как ретроспективную динамику «допрогнозных» периодов, накапливаемую в БД, так и прогнозную динамику, получаемую на данный момент по результатам оптимальных решений моделей обоих периодов.

Есть и еще одна функция банков данных. Многолетняя эксплуатация модельного комплекса приводит к возникновению проблемы первого прогнозного периода, которая состоит в том, что часть его по мере удаления во времени от базового года, предшествующего началу прогнозного периода, становится ретроспективной. Поэтому в БД осуществляется периодическая корректировка решений с учетом удлиняющегося ретроспективного и сокращающегося собственно прогнозного периодов без изменения прогнозного горизонта в целом [8].

### **3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СВЯЗЕЙ В ОМММ-ЖДТ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Схема моделирования транспортных связей, используемая в ОМММ-ЖДТ, подробно описана в наших предыдущих работах<sup>3</sup>. Она в основном повторяет схему «канонической» ОМММ. Поскольку

---

<sup>3</sup> См.: Бузулуцков В.Ф., Сизов А.Н. Развитие представления транспортных связей в ОМММ-ТЭК: информационно-методический аспект // Экономическое развитие России: региональный и отраслевой аспекты / Под ред. Е.А. Коломак, Л.В. Машкиной. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2012. – Вып. 11. – С. 120–150; Бузулуцков В.Ф., Пятаев М.В., Беспалов И.А. Макроэкономическая

в настоящей версии ОМММ-ЖДТ железнодорожный транспорт общего пользования как объект моделирования выделен в самостоятельную отрасль, а все остальные виды транспорта общего пользования, а также промышленный транспорт объединены в агрегированную отрасль «прочий транспорт общего пользования», то будет логичным описать транспортные связи на примере первой отрасли, обозначив ее индексом .

Воспроизведем из работы [1, с. 73–77] с учетом последующих модификаций предпосылки, используемые при моделировании транспортных связей. По перевозкам продукции определенной отрасли (а в случае моноотрасли – отдельного продукта) для каждой пары смежных регионов выбирается один маршрут. Затраты на перевозку между смежными регионами относятся как на регион-отправитель, так и на регион-получатель. Результат функционирования транспортной отрасли в решении модели представляется в виде объема транспортной работы в стоимостном выражении в последнем году прогнозного периода. Транспортная работа отрасли есть сумма транспортных работ отрасли в регионах. Транспортная работа региона включает затраты транспортной отрасли на внутрирегиональные перевозки, обеспечивающие потребление продукции, не вывозимой за пределы региона, затраты на межрегиональные перевозки, обеспечивающие вывоз продукции в другой регион и ввоз из другого региона, а также на экспортно-импортные перевозки (для пограничных районов).

Как указывалось в разделе 1 настоящей статьи, ОМММ советского периода информационно и методологически основывались на отчетных межотраслевых балансах производства и распределения продукции в системе балансов народного хозяйства (МОБ БНХ). В них транспорт в матрице производственных затрат (как и в первом квадранте МОБ) представлялся только в части грузового транспорта, а затраты пассажирского транспорта были вынесены в фонд непродовственного потребления, который как часть конечного продукта

---

оценка транспортного проекта Транссиб с использованием инструментария ОМММ-ЖДТ: Методический аспект // Экономическое развитие России: региональный и отраслевой аспекты / Под ред. Е.А. Коломак, Л.В. Машкиной. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2014. – Вып. 13. – С. 87–125.

входил во второй квадрант МОБ БНХ. После перехода к системе национальных счетов в таблицах «затраты – выпуск» грузовой и пассажирский транспорт представляют единую производственную отрасль (вид деятельности). Соответственно, этот принцип реализуется в ОМММ-ЖДТ. С выделением железнодорожного транспорта в самостоятельную отрасль и выбором достаточно однородного критерия оптимизации – затрат на фактическое конечное потребление домашних хозяйств (см. раздел 1) появляется возможность для представления в модели объема работы железнодорожного транспорта как суммы стоимостных затрат пассажирского и грузового транспорта.

С учетом сделанных замечаний и того, что все части транспортного уравнения выражены в стоимостной форме в ценах базовой модели, объем транспортной работы региона для продуктов транспортбельных отраслей можно представить следующим образом:

$$x^r - \sum_j a_j^{rr} x_j^{rr} - \sum_{s,j} a_j^{rs} x_j^{rs} - \sum_{s,j} a_j^{sr} x_j^{sr} = z^r, \quad r = 1, \dots, m, \quad r \neq s, \quad (1)$$

где:

$x^r$  – объем работы железнодорожного транспорта в  $r$ -м регионе;

$x_j^{rr}$  – объемы внутрирегиональных перевозок продукции  $j$ -й отрасли;

$a_j^{rr}$  – затраты транспорта на внутрирегиональные перевозки единицы продукции  $j$ -й отрасли в  $r$ -м регионе;

$a_j^{rs}$  – затраты транспорта на вывоз единицы продукции  $j$ -й отрасли из региона  $r$  в регион  $s$ ;

$a_j^{sr}$  – затраты транспорта на ввоз единицы продукции  $j$ -й отрасли из региона  $s$  в регион  $r$ ;

$x_j^{rs}$  и  $x_j^{sr}$  – объемы поставки продукции  $j$ -й отрасли из региона  $r$  в смежный регион  $s$  и, наоборот, из региона  $s$  в смежный регион  $r$  (непосредственно учитываются связи только между смежными регионами);

$r$  – доля затрат домашних хозяйств (включая социальные трансферты), приходящаяся на пассажирский железнодорожный транспорт в  $r$ -м регионе. Если  $\sum_i a_{r,i}^r = 1$ , то суммирование параметров  $a_{r,i}^r$  по отраслям региона дает задаваемый экзогенно параметр  $r$ , который

показывает долю региона в затратах домашних хозяйств страны:

$$z^r = \sum_i \frac{r}{i} (z^r - 1);$$

$z^r$  – объем затрат на фактическое конечное потребление домашних хозяйств страны, максимизируемый критерий оптимальности модели.

При описании транспортных связей в «канонической» ОМММ в работе [1, с. 76] сделано допущение о тождественности объема внутрирегиональных перевозок  $x_j^{rr}$  внутрирегиональному потреблению продукции  $j$ -й отрасли. По экономическому содержанию внутрирегиональное потребление продукции  $j$ -й отрасли  $x_j^{rr}$  есть собственное производство, минус продукция, вывезенная в другие регионы (и на экспорт), плюс продукция, ввезенная из других регионов (а также импорт):

$$x_j^{rr} = x_j^0 - \bar{x}_j^r + \sum_s x_j^{sr} - \sum_s x_j^{rs}, \quad (2)$$

где  $x_j^0$  – объем производства продукции  $j$ -й отрасли в  $r$ -м регионе, получаемой в последнем году прогнозного периода с производственных мощностей, действовавших на начало прогнозного периода;  $\bar{x}_j^r$  – прирост производства продукции  $j$ -й отрасли в  $r$ -м регионе за счет расширения и ввода новых мощностей.

Приняв это допущение и подставив выражение (2) в (1), получим

$$x^r = \sum_j a_j^{rr} x_j^0 - \sum_j a_j^{rr} \bar{x}_j^r + \sum_{s,j} (a_j^{rs} - a_j^{rr}) x_j^{rs} + \sum_{s,j} (a_j^{sr} - a_j^{rr}) x_j^{sr} - z^r. \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что эндогенными (искомыми) транспортными переменными в модели для каждого региона выступают объемы ввоза и вывоза в соседние (граничащие) регионы транспортабельных продуктов (на конец прогнозного периода), а также затраты отрасли на фактическое конечное потребление домашних хозяйств (пассажирыские перевозки). Экзогенными параметрами являются удельные затраты железнодорожного транспорта на внутрирегиональные и межрегиональные перевозки. В одной из предшествующих работ

нами показано, что они формируются как функции средних расстояний (между регионами и внутри регионов), тарифов (межрегиональных и внутрирегиональных) и транспортных весов (усредненной цены весовой единицы перевозимого груза)<sup>4</sup>.

Поскольку затраты пассажирского транспорта моделируются как структурный элемент критериального показателя модели, общий стоимостной показатель транспортной работы  $x^r$  напрямую не отражает сумму грузооборота и пассажирооборота в регионе. Действительно, если в части грузовых перевозок, как это следует из формулы (3), он объективно определяется объемами перевозок и уровнями регионального производства на старых и новых мощностях в последнем году прогнозного периода (переменными  $x_j^{rs}$ ,  $x_j^{sr}$ ,  $x_j^0$ ,  $\bar{x}_j^r$ ), то в части пассажирского транспорта он зависит от косвенных стоимостных величин: прогнозируемой доли расходов населения на пассажирский транспорт  $r$ ; доли региона в национальном потреблении (расходах) домашних хозяйств  $r$ ; национального уровня потребления – величины критерия оптимальности  $z$ . Поэтому в ОМММ-ЖДТ путем итеративных расчетов и корректировки экзогенных параметров осуществляются приведение к взаимно-однозначному соответствию натуральных и стоимостных показателей транспортной работы и их параллельное отслеживание в прогнозных расчетах с использованием для этих целей дополнительной информации, с помощью которой верифицируются оптимизируемые траектории транспортной работы с учетом фактической динамики.

Само представление транспортной работы в динамике как суммы грузооборота и пассажирооборота означает объединение различных тенденций. На рисунке 2 в соответствии с применяемым в сопровождающих БД (см. раздел 2) методическим приемом ретроспективные траектории грузооборота и пассажирооборота, выраженные в тонно- и пассажирокилометрах, представлены в относительном измерении в виде индексных рядов с начальной точкой отсчета в 2007 г., которая соответствует периоду базовой модели ОМММ-ЖДТ и принята за

---

<sup>4</sup> См.: Бузулуцков В.Ф., Сизов А.Н. Развитие представления транспортных связей в ОМММ-ТЭК: информационно-методический аспект. – С. 145–149.

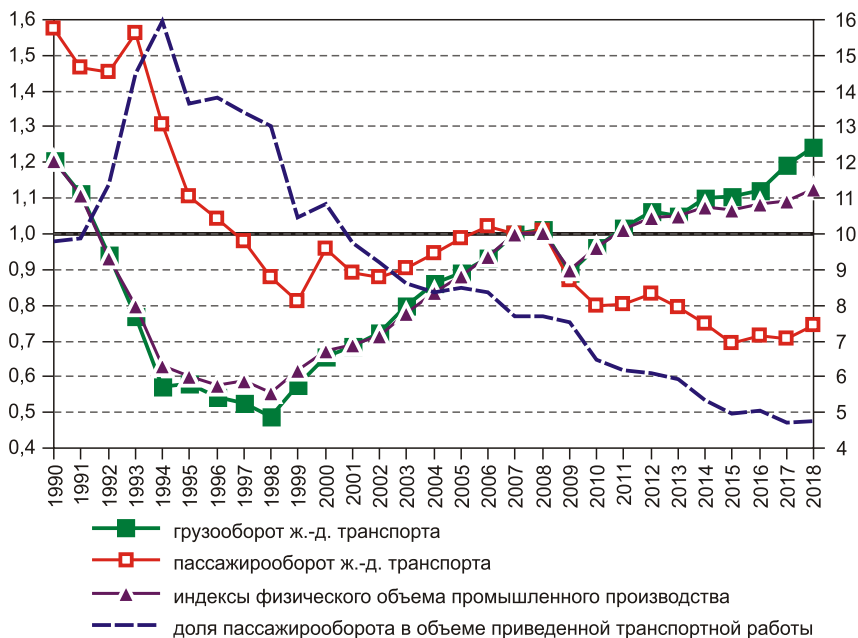


Рис. 2. Динамика промышленного производства, грузооборота и пассажирооборота железнодорожного транспорта общего пользования в РФ, 2007 = 1 (левая шкала), и доля пассажирооборота в приведенной транспортной работе, % (правая шкала)

Источник: данные Росстата

Примечание: коэффициент приведения равен 1

единицу. В динамике грузооборота хорошо заметны три временные точки локального спада – 1994, 1998 и 2009 гг., совпадающие с точками спада национального промышленного производства, при этом 1998 г. является точкой глобального спада (самого низкого уровня грузооборота за весь рассматриваемый период)<sup>5</sup>. В случае пассажирооборота точек локального спада по крайней мере шесть – 1992,

<sup>5</sup> Динамика грузооборота (спады и подъемы) синхронна с динамикой национального промышленного производства. Если в качестве показателя сопряженности этих двух динамических рядов на рис. 2 использовать коэффициент парной корреляции, то для 1990–2018 гг. он составит 0,992.

1999, 2002, 2007, 2010, 2015 гг., последний год – точка глобального спада. Поэтому если для грузооборота после 1998 г. действовала восстановительная тенденция (до очередного локального спада в 2009 г.), то динамика пассажирооборота имела долгосрочную нисходящую тенденцию. На рисунке 2 видно снижение доли этой составляющей в приведенной транспортной работе от исторического максимума в 16% (1994 г.) до 4,7% (2018 г.).

#### **4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЦЕНАРНЫХ РАСЧЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИПМК ОМММ-ЖДТ**

Как отмечается в работе [5, с. 294], мировой опыт оценки эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов, отраженный в действующих методиках, опирается на три основных подхода: микроэкономический, макроэкономический и многокритериальный. При этом последний может как синтезировать два первых подхода, так и оперировать показателями только микро- или макроуровня, а также охватывать внеэкономические аспекты. Как правило, предметом оценки во всех случаях являются транспортные проекты, реализуемые за счет государственных инвестиций (что не исключает того или иного участия частного капитала) и в интересах всего общества. Поэтому и результаты, и затраты оцениваются с *общественных*, а не рыночных позиций.

Эффекты, индуцируемые процессом инвестирования в КРЖД, носят мультипликативный характер и продолжают действовать после завершения стадии строительства за счет стимулирования экономического роста в других отраслях народного хозяйства. Так, при строительстве высокоскоростной магистрали Пекин – Шанхай прирост индуцированной инвестиционной активности сопровождался созданием десятков тысяч рабочих мест, а коэффициент мультипликации<sup>6</sup> только в первые два года строительства составил 5,43 [7]. Такой эффект

---

<sup>6</sup> Под коэффициентом мультипликации проекта мы понимаем показатель отношения роста инвестиций в национальную экономику или экономику региона, где проект осуществлялся, к инвестиционной стоимости проекта. Этот рост вызван как

был достигнут во многом за счет того, что Китай опирается на собственную рабочую силу и имеет возможности использовать материалы, комплектующие и технологии собственного производства.

Прогнозы макроэкономических эффектов (а мультипликативные эффекты мы рассматриваем как их вид) от реализации КПЖД, привязанных к конкретным территориям, логично получать, применяя модели, структурирующие экономику страны как систему взаимосвязанных экономик регионов. Методология использования народно-хозяйственных моделей семейства ОМММ для оценки крупных инвестиционных проектов рассмотрена, в частности, в работе [6]. В ней развивается комплексный подход, при котором оценка финансовой эффективности инвестиционного проекта дополняется оценкой общественной эффективности в рамках единой модельной связи микро- и макроуровней. Данный подход с использованием ОМММ реализован в работе [3] на примере оценки эффективности нефтепровода ВСТО-2.

Нами же ставится иная, методическая, задача: на стадии анализа проектного замысла, когда еще неприменим инструментарий оценки коммерческой эффективности проекта из-за высокой степени неопределенности параметров самого проекта и его внешней среды, выработать и апробировать с помощью ОМММ-ЖДТ методические приемы получения оценок макроэкономических последствий реализации КПЖД, рассматривая его как элемент некоторой отраслевой стратегии. Сама отраслевая стратегия как объект моделирования становится переменной величиной со многими неизвестными, поскольку кроме рассматриваемого проекта включает другие проекты, которые могут конкурировать с интересующим нас КПЖД.

В свою очередь, отраслевая стратегия встраивается в народно-хозяйственный сценарий, который как отражение некоторого вербаль-

---

процессом реализации проекта (строительством новой магистрали), так и последующими макроэкономическими эффектами (на определенном временном интервале), вызванными достижением целевых установок проекта (последствиями от его реализации). Наиболее часто для измерения мультипликативных эффектов используются модели, основанные на принципах межотраслевого баланса. Применение моделей класса ОМММ позволяет измерять коэффициенты мультипликации как в национальном, так и в региональном масштабе.



ного сценария развития экономики России формализуется в виде системы экзогенных и эндогенных показателей решения модели. Именно в формате дихотомии «КПЖд – сценарий развития внешней среды проекта как отражение вербального народно-хозяйственного сценария» в модели дано формальное описание включения КПЖд в ОМММ-ЖДТ и получения оценок его эффективности в ситуации неопределенности в работе [9]. Эта дихотомия рассматривается дважды: как оценка проекта при фиксированном (единичном) сценарии, что имеет вполне обоснованное самостоятельное значение, и для случая учета фактора неопределенности, когда, с одной стороны, внешняя среда проекта описывается рядом альтернативных сценариев (сценариев-контрастов)<sup>7</sup>, вероятности актуализации которых неизвестны, а с другой – оценивается не один, а несколько проектов. При формировании вербальных сценариев, как правило, используются официальные документы стратегического характера. Так, при подготовке Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, принятой на правительственном уровне в 2008 г.<sup>8</sup>, были разработаны три вербальных сценария (оптимистический, или инновационный, энергосырьевой и пессимистический), которые и были отображены в решениях ОМММ-ЖДТ<sup>9</sup>.

Конечно, неправильно было бы сводить отраслевую стратегию только к совокупности последовательно и параллельно реализуемых инвестиционных проектов, привязанных к конкретным территориям. По максимальному варианту Стратегии развития железнодорожного

---

<sup>7</sup> Термин «сценарии-контрасты» и его трактовка взяты нами из работы [4, с. 86, 91, 92].

<sup>8</sup> См.: *Концепция* долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>; *Основные* параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020–2030 годов: Приложение к Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации: Проект. – М., 2008.

<sup>9</sup> Сегодня приходится констатировать, что наиболее «реалистичным» оказался пессимистический сценарий.

транспорта в Российской Федерации до 2030 года<sup>10</sup> (далее – Стратегия-2030) инвестиции за весь период ее действия (2008–2030 гг.) распределялись (по убыванию) на следующие цели: 1) строительство новых линий (30,5%); 2) обновление подвижного состава железнодорожного транспорта (23%); 3) развитие промышленного железнодорожного транспорта (22,6%); 4) модернизация основных фондов железнодорожного транспорта (19,2%); 5) повышение пропускной способности и строительство вторых, третьих и четвертых главных путей (4,2%); 6) прочие цели (0,5%). Таким образом, на строительство новых линий, к числу которых относятся КПЖД, прогнозировалось менее трети всех инвестиций, а на такие общотраслевые цели, как модернизация основных фондов и обновление подвижного состава, – более 40%.

На рисунке 3 видно, как целевые показатели Стратегии-2030, образующие ключевой показатель динамики отрасли – объем транспортной работы, согласуются с реальностью на временном отрезке, составляющем 48% прогнозного горизонта. Неравномерная динамика фактического грузооборота не заслоняет ясно выраженный растущий тренд. В 2018 г. отрасль преодолел уровень 1990 г., который по обоим вариантам Стратегии-2030 (совпадающим на временном интервале 2008–2015 гг.) должен был быть достигнут примерно в 2014 г. (см. рис. 3).

В последнем по времени правительственном документе – Долгосрочной программе развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года (далее – Программа-2025)<sup>11</sup> заметно сдвинут вверх конус прогнозов по сравнению со Стратегией-2030 (см. рис. 3). Если по базовому варианту Программы-2025 продолжена тенденция последних лет и среднегодовой темп прироста

---

<sup>10</sup> См.: *Стратегия* развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р. – URL: [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT\\_ID=13009](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13009). По утверждению разработчиков Стратегии-2030, ее максимальный вариант опирался на оптимистический, а минимальный – на энергосбереговой народно-хозяйственные сценарии развития страны.

<sup>11</sup> См.: *Долгосрочная программа* развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.03.2019 № 466-р. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>.

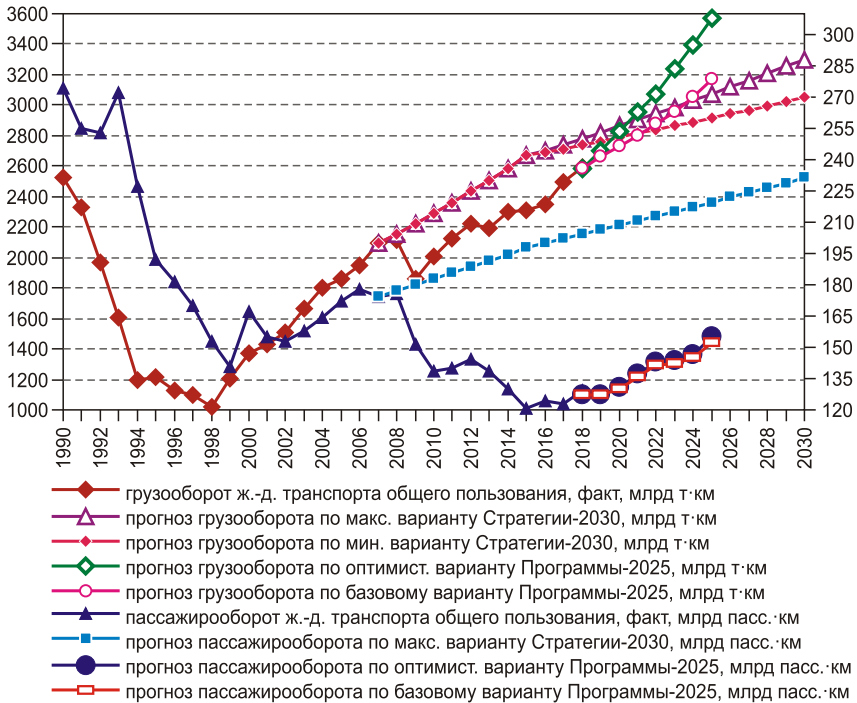


Рис. 3. Динамика грузооборота (левая шкала) и пассажирооборота (правая шкала) железнодорожного транспорта общего пользования в РФ по данным Росстата, прогнозам Стратегии-2030 и Программы-2025

грузооборота прогнозируется на уровне 2,94% (при этом среднегодовой темп прироста промышленного производства составлял в 2010–2018 гг. 2,56%), то в ее оптимистическом варианте заложено заметное ускорение – 4,71%. Предполагаемый рост пассажирооборота по обоим вариантам Программы-2025 не меняет сложившейся тенденции, показанной на рис. 2: его доля в приведенной транспортной работе не поднимается выше исторического минимума в 4,7%, достигнутого в 2018 г.

Какие факторы позволяют так заметно увеличить динамику целевого показателя грузооборота в Программе-2025 по сравнению со Стратегией-2030, учет которых обязателен при моделировании отрас-

левой стратегии в ОМММ-ЖДТ? Опираясь на положения Программы-2025, можно выделить, на наш взгляд, по крайней мере три таких фактора: ускоренную модернизацию отрасли, позволяющую существенно повысить в короткий срок производительность труда, увеличение (к 2025 г.) в 4 раза объема транзитных контейнерных перевозок, т.е. экспорта транспортных услуг, и расширение пропускной способности железных дорог в восточном направлении (ликвидация узких мест, строительство вторых и третьих путей) для активного наращивания внешнеторгового оборота со странами АТР.

## **5. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОТРАСЛЕВОЙ СТРАТЕГИИ**

Для отслеживания в ОМММ-ЖДТ влияния реализации отдельного КПЖд или совокупности таких проектов на инвестиционную динамику отрасли в целом, рассматривая эту динамику как важнейший элемент отраслевой стратегии развития, необходимо знать, как она изменится в прогнозном периоде, если КПЖд будет осуществлен. Дело в том, что в «канонической» ОМММ при моделировании динамики инвестиций акцент ее создателями был сделан на региональный фактор производства и потребления инвестиций, поэтому, как указывалось в разделе 1, при допущении степенного закона роста именно темп прироста инвестиций (данного вида) в регионе является эндогенным параметром модели, а динамика инвестиций в отрасль не представлена. В связи с этим нами предлагается приближенный алгоритм ее расчета. Алгоритм, написанный на языке Visual Basic, встроен в модуль балансов инвестиций как в программную, так и в пользовательскую часть модуля (см. раздел 2) и может включаться в действие при его запуске для обработки очередного полученного оптимального решения.

Воспроизведем из описания «канонической» ОМММ баланс инвестиций в основной капитал в  $r$ -м регионе на производство продукции и услуг, включая транспорт [2, с. 23], с учетом деления инвестиционных затрат на новых и старых мощностях, как это осуществлено в ОМММ-ЖДТ:

$$\sum_j h_{ij}^{0r} x_j^0 \sum_j h_{ij}^{r\bar{x}} \bar{x}_j^r \sum_{t=1}^T u_i^{tr} = 0, \quad i = k + 1, \dots, n; r = 1, \dots, m. \quad (4)$$

Здесь  $x_j^0$  и  $\bar{x}_j^r$  – объемы производства (см. описание переменных в формуле (2) в разделе 3);  $h_{ij}^{r\bar{x}}$  – затраты инвестиций вида  $i$  в течение прогнозного периода на единицу продукции  $j$ -й отрасли в  $r$ -м регионе, получаемую на «новых» (т.е. введенных или расширенных в прогножном периоде) мощностях в последнем году периода (удобно пронумеровать отрасли таким образом, чтобы последние номера начиная с  $k + 1$  отводились отраслям, создающим материально-вещественные элементы инвестиций);  $h_{ij}^{0r}$  – затраты инвестиций вида  $i$  в течение прогнозного периода на единицу продукции  $j$ -й отрасли в  $r$ -м регионе, получаемую на «старых» (т.е. введенных до начала прогнозного периода) мощностях в последнем году периода.

Пусть  $u_i^{tr}$  – затраты инвестиций вида  $i$  на экономику региона  $r$  в году  $t$ . Если какой-либо прогнозный период многопериодной модели (как в случае ОМММ-ЖДТ) включает  $T$  лет, то  $\sum_{t=1}^T u_i^{tr}$  – объемы инвестиций в экономику региона  $i$ -го вида за весь прогнозный период есть эндогенная величина, оптимизируемая в региональных балансах инвестиций (4).

Использование закона роста инвестиций по степенной функции позволяет следующую детализацию эндогенных переменных (инвестиций в последнем году периода и за весь период, в последнем случае имеем сумму членов ряда геометрической прогрессии) [2, с. 25]:

$$u_i^{Tr} = (1 + \frac{r}{i})^T u_i^{0r}; \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^T u_i^{tr} = \frac{(1 + \frac{r}{i})((1 + \frac{r}{i})^T - 1)}{\frac{r}{i}} u_i^{0r}. \quad (6)$$

Здесь  $\frac{r}{i}$  – среднегодовой темп прироста инвестиций вида  $i$  в регионе  $r$  в прогножном периоде, а  $u_i^{0r}$  – инвестиции вида  $i$  в регионе  $r$  в базовом году, предшествующем началу прогнозного периода.

В основе предлагаемого алгоритма лежит допущение о распространении действия степенного закона роста для инвестиций региона на отрасль в регионе. Обозначим объект, с которым работает алгоритм, – затраты инвестиций в отрасль региона как  $K_j^r$ , где

$$K_j^r = \prod_i h_{ij}^0 x_j^0 \prod_i h_{ij}^r \bar{x}_j^r, j = 1, \dots, l; r = 1, \dots, m. \quad (7)$$

Пусть по аналогии с (4) и (6)  $u_j^{tr}$  обозначает затраты инвестиций в отрасль  $j$  в регионе  $r$  в году  $t$ ,  $u_j^{tr}$  – затраты инвестиций в отрасль  $j$  в регионе  $r$  за прогнозный период, а  $u_j^{0r}$  – инвестиции в отрасль  $j$  в базовом году, предшествующем началу прогнозного периода. При сделанных допущениях баланс инвестиций отрасли, из которого находятся темпы прироста, можно записать как

$$K_j^r = \frac{(1 + r_j)(1 + r_j)^T - 1}{r_j} u_j^{0r}, j = 1, \dots, l; r = 1, \dots, m, \quad (8)$$

где  $r_j$  – среднегодовой темп прироста инвестиций в отрасль  $j$  в регионе  $r$  в прогножном периоде, искомая величина, которая рассчитывается после получения текущего оптимального решения модели и соответствующего ему  $K_j^r$ .

Чтобы максимально сократить описание простейшего алгоритма нахождения  $r_j$  до уровня схемы (в целях экономии места), опустим индексы региона и отрасли, т.е. сведем описание к единственной отрасли. Алгоритм действует одинаково как для случая отрасли в регионе, так и для случая отрасли в стране.

Пусть  $T$  – продолжительность прогнозного периода (в наших условиях константа);  $K$  – объем инвестиций в отрасль, полученный по текущему решению (см. формулу (7));  $K_0$  – объем инвестиций базового года;  $r_0$  – среднегодовой темп прироста инвестиций, на начальной итерации любое правдоподобное число, кроме 0. При практическом применении алгоритма это темп, полученный в предыдущих расче-

тах, как правило, не связанных с решением конкретной задачи в данном расчете. Если  $\lambda = 0$ , то объем инвестиций за период рассчитывается по формуле

$$K(\lambda) = K^0(1 - \lambda) + K^0(1 - \lambda)^2 + K^0(1 - \lambda)^3 + \dots + K^0(1 - \lambda)^T + TK^0. \quad (9)$$

Если  $\lambda = 0$ , то объем инвестиций за период представим как

$$K(\lambda) = K^0(1 - \lambda)((1 - \lambda)^T - 1) / (-\lambda). \quad (10)$$

Нам надо определить, при каком  $\lambda = \text{abs}(K - K(\lambda)) / K \leq E$ , где  $E$  – заданная относительная точность.

1. Вычислим  $K(\lambda)$ .
2. Если  $(K - K(\lambda)) / K \leq E$ , то увеличиваем на  $D$  – величину шага итерации. Переходим на уровень 1.
3. Если  $(K - K(\lambda)) / K > E$ , то уменьшаем на  $D$  – величину шага итерации. Переходим на уровень 1.
4. Если не выполнены условия 2 и 3, то это означает, что  $\text{abs}(K - K(\lambda)) / K \leq E$ , т.е. вычислено с заданной точностью.

При практических расчетах относительная точность задавалась на уровне  $E = 0,0001$ , а шаг итерации составлял  $D = 0,00001$ .

Использование предложенного алгоритма позволяет не только отслеживать влияние рассматриваемого КПЖд на инвестиционную динамику отрасли, но и сопоставлять ее инвестиционные программы развития в среде ОММ-ЖДТ с программами развития других отраслей, переводя объемные показатели в показатели динамики.

\* \* \*

Авторы благодарят д.э.н. Е.Б. Кибалова за ценные замечания, сделанные при подготовке статьи к публикации.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 19-010-00161 А)*

### Список источников

1. Гранберг А.Г. Оптимизация территориальных пропорций народного хозяйства. – М.: Экономика, 1973. – 248 с.
2. Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А. Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2007. – 371 с.
3. Гулакова О.И., Ершов Ю.С., Ибрагимов Н.М., Новикова Т.С. Оценка общественной эффективности инфраструктурного проекта на примере нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан»-2 // Регион: экономика и социология. – 2017. – № 2 (94). – С. 126–151. DOI: 10.15372/REG20170206.
4. Кибалов Е.Б., Кин А.А. Учет фактора неопределенности при оценке эффективности крупномасштабных регионально-транспортных проектов: структурно-институциональный подход // Регион: экономика и социология. – 2014. – № 2 (82). – С. 81–96.
5. Комплексный подход к оценке общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов / Кибалов Е.Б., Беспалов И.А., Бузулуцков В.Ф. и др. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2015. – 160 с.
6. Михеева Н.Н., Новикова Т.С., Суслов В.И. Оценка инвестиционных проектов на основе комплекса межотраслевых и межрегиональных моделей // Проблемы прогнозирования. – 2011. – № 4. – С. 78–90.
7. Сазонов С.Л. Динамичное развитие высокоскоростных железных дорог (ВСЖД) Китая // Экономика железных дорог. – 2011. – № 8. – С. 82–92.
8. Суслов Н.И., Бузулуцков В.Ф. Об одном подходе при учете динамики в моделях класса ОМММ (на примере ОМММ-ТЭК) // Мир экономики и управления. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 112–125. DOI: 10.25205/2542-0429-2018-18-4-112-125.
9. Суслов Н.И., Хуторецкий А.Б. Модель экономики России как инструмент оценки эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов // Регион: экономика и социология. – 2015. – № 3 (87). – С. 37–66. DOI: 10.15372/REG20150902.
10. Zabinyako G.I., Kotelnikov E.A. Linear optimization programs // NCC Bulletin. Series Numerical Analysis. – Novosibirsk: NCC Publisher, 2002. – Iss.11. – P. 103–112.

### Информация об авторах

*Бузулуцков Владимир Федорович* (Россия, Новосибирск) – старший научный сотрудник. Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17, e-mail: buzulu@ieie.nsc.ru).

*Пятаев Максим Викторович* (Россия, Новосибирск) – кандидат экономических наук, заведующий кафедрой. Сибирский государст-



венный университет путей сообщения (630049, Новосибирск, ул. Ду-си Ковальчук, 191, e-mail: procedure@inbox.ru).

Сизов Анатолий Николаевич (Россия, Новосибирск) – инженер. Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (630090, Ново-сибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 11, e-mail: sizanat@mail.ru).

DOI: 10.15372/REG20190310

*Region: Economics & Sociology, 2019, No. 3 (103), p. 240–266*

**V.F. Buzulutskov, M.V. Pyataev, A.N. Sizov**

## **INTERREGIONAL INPUT-OUTPUT OPTIMIZATION MODEL AS A TOOL FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF LARGE-SCALE RAILWAY PROJECTS**

*The article describes a set of tools for an inter-regional input-output optimization model – rail transport (OMMM-RT) used for a macroeconomic evaluation of the consequences of large-scale railway projects (LRWP) and presents a functional diagram for the OMMM-RT informational program model package. We give a formal description of transport networks that makes it possible to model the amount of transport load as a sum of cargo and passenger turnover, which is a headline development indicator in the rail industry. We elaborate an idea to evaluate LRWP (at its front-end phase) from the perspective of a «multilayered» scenario approach where a large-scale project is viewed as an element within the rail industry development strategy while the rail industry itself is embedded in the system of contrasting scenarios for the national economy. For the models of such sort we propose an approximated algorithm aimed at computing investment dynamics in rail industry development, which helps not only track the effect of the LRWP understudy on the industry's investment dynamics but also compare its investment programs (modeling objects in OMMM-RT) with development programs from other industries, converting load indicators into dynamics.*

**Keywords:** program model package; sectoral strategy; rail transport; scenario approach; macroeconomic evaluation; large-scale railway projects; OMMM-RT

**For citation:** *Buzulutskov, V.F., M.V. Pyataev & A.N. Sizov. (2019). Optimizatsionnaya mezhotraslevaya mezhregionalnaya model kak instrument otsenki effektivnosti krupnomasshtabnykh zheleznodorozhnykh proektov [Interregional input-output optimization model as a tool for evaluating the efficiency of large-scale railway projects]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 3 (103), 240–266. DOI: 10.15372/REG20190310.*

*The research is prepared within the framework of the project  
No. 19-010-00161 A supported by funding from the Russian Foundation  
for Basic Research*

## References

1. *Granberg, A.G. (1973). Optimizatsiya territorialnykh proporsiy narodnogo khozyaystva [Optimization of Territorial Proportions of the National Economy]. Moscow, Ekonomika Publ., 248.*
2. *Granberg, A.G., V.I. Suslov & S.A. Suspitsin. (2007). Mnogoregionalnye sistemy: ekonomiko-matematicheskoe issledovanie [Multiregional Systems: Economic and Mathematical Research]. Novosibirsk, Siberian Scientific Publ., 371.*
3. *Gulakova, O.I., Yu.S. Ershov, N.M. Ibragimov & T.S. Novikova. (2017). Otsenka obshchestvennoy effektivnosti infrastruktornogo proekta na primere nefteprovoda «Vostochnaya Sibir – Tikhyy okean»-2 [Estimation of the public efficiency of the infrastructure project on the example of the second branch of the Eastern Siberia – Pacific Ocean Oil Pipeline]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 2 (94), 126–151. DOI: 10.15372/REG20170206.*
4. *Kibalov, E.B. & A.A. Kin. (2014). Uchyot faktora neopredelyonnosti pri otsenke effektivnosti krupnomasshtabnykh regionalno-transportnykh proektov: strukturno-institutsionalnyy podkhod [Introducing uncertainty into estimation of effectiveness of large-scale regional transport projects: structural institutional approach]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 2 (82), 81–96.*
5. *Kibalov, E.B., I.A. Beshpalov, V.F. Buzulutskov et al. (2015). Kompleksnyy podkhod k otsenke obshchestvennoy effektivnosti krupnomasshtabnykh zheleznodorozhnykh proektov [An Integrated Approach to Assessment of Social Efficiency of Large-Scale Railway Projects]. Novosibirsk, Siberian Transport University Publ., 160.*
6. *Mikheeva, N.N., T.S. Novikova & V.I. Suslov. (2011). Otsenka investitsionnykh proektov na osnove kompleksa mezhotraslevykh i mezhregionalnykh modeley [Evaluation of investment projects based on a complex of interindustry and interregional*

models]. Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development], 4, 78–90.

7. *Sazonov, S.L.* (2011). Dinamichnoe razvitie vysokoskorostnykh zheleznykh dorog (VSZHD) Kitaya [Dynamic development of high-speed railways of China]. *Ekonomika zheleznykh dorog [Railway Economy]*, 8, 82–92.

8. *Suslov, N.I. & V.F. Buzulutskov.* (2018). Ob odnom podkhode pri uchyote dinamiki v modelyakh klassa OMMM (na primere OMMM-TEK) [On one approach used to consider for dynamics in OMMM models]. *Mir ekonomiki i upravleniya [World of Economics and Management]*, Vol. 18, No. 4, 112–125. DOI: 10.25205/2542-0429-2018-18-4-112-125.

9. *Suslov, N.I. & A.B. Khutoretskii.* (2015). Model ekonomiki Rossii kak instrument otsenki effektivnosti krupnomasshtabnykh zheleznodorozhnykh proektov [Efficiency evaluation of large-scale railway projects using the model of Russian economy]. *Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology]*, 3 (87), 37–66. DOI: 10.15372/REG20150902.

10. *Zabinyako, G.I. & E.A. Kotelnikov.* (2002). Linear optimization programs. *NCC Bulletin. Series Numerical Analysis. Novosibirsk, NCC Publisher*, 11, 103–112.

### **Information about the authors**

*Buzulutskov, Vladimir Fedorovich* (Novosibirsk, Russia) – Senior Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: [buzulu@ieie.nsc.ru](mailto:buzulu@ieie.nsc.ru)).

*Pyataev, Maksim Viktorovich* (Novosibirsk, Russia) – Candidate of Sciences (Economics), Head of Chair at Siberian Transport University (191, Dusa Kovalchuk st., Novosibirsk, 630049, Russia, e-mail: [procedure@inbox.ru](mailto:procedure@inbox.ru)).

*Sizov, Anatoly Nikolaevich* (Novosibirsk, Russia) – Engineer at the Budker Institute of Nuclear Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (11, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: [sizanat@mail.ru](mailto:sizanat@mail.ru)).

*Поступила в редколлегию 23.04.2019.*

*После доработки 26.04.2019.*

*Принята к публикации 15.05.2019.*