

УДК 338 : 2
ББК 65.9 (2Р) 04

Э 402 **Экономическое развитие России: региональный и отраслевой аспекты.** Вып. 13 / под ред. Е.А. Коломак, Л.В. Машкиной. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 184 с.

ISBN 978-5-89665-292-2

На данных социологического опроса маятниковых мигрантов выявлены особенности пользования общественным транспортом в агломерации. Предложена модель распространения инновации, позволяющая интегрировать поведенческую экономику и агентно-ориентированное моделирование. Часть статей посвящена методическим вопросам использования модельного инструментария для анализа формирования и оценки эффективности реализации стратегий развития экономических субъектов. Рассмотрены и применены в расчетах различные типы экономико-математических моделей, в том числе: оптимизационные, на основе системной динамики, агентного моделирования и вычислимых моделей. На основе факторного анализа проведено сопоставительное сравнение динамики развития ряда стран Восточной Европы.

Чтобы устранить препятствие, мешающее использовать дискретные распределения, полученные путем квантования непрерывных распределений, предложено применять вероятностные интервалы Вексичского.

Сборник рассчитан на специалистов в области экономического анализа и экономико-математического моделирования.

УДК 338 : 2
ББК 65.9 (2Р) 04

ISBN 978-5-89665-292-2

© ИЭОПП СО РАН, 2014 г.
© Коллектив авторов, 2014 г.

В. Ф. Бузулуцков, М. В. Пятаев, И. А. Беспалов

**МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ТРАНСПОРТНОГО ПРОЕКТА ТРАНССИБ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОМММ-ЖДТ.
МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ¹**

Задача данной статьи дать цельное и последовательное описание модельного инструментария, информационной среды, в которую он погружен, а также приемов моделирования, используемых для получения макроэкономических оценок эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов. В качестве объекта моделирования выбран проект модернизации восточного полигона Транссибирской магистрали (Транссиба) и БАМа (далее проект Транссиб).

**1. Информационно-программно-модельный комплекс
ОМММ-ЖДТ**

**1.1. Краткая характеристика
информационно-программно-модельного комплекса
(ИПМК) ОМММ-ЖДТ (железнодорожный транспорт)**

ИПМК ОМММ-ЖДТ, с использованием которого были осуществлены расчеты по народнохозяйственной оценке инвестиционных аспектов реализации проекта Транссиб, имеет в своей основе Оптимизационную Межотраслевую Межрегиональную Модель (ОМММ), созданную в ИЭОПП под руководством академика А.Г. Гранберга [10]. ИПМК ОМММ-ЖДТ передан Сибирскому Государственному Университету Путей Сообщения (СГУПСу) как инструментарий для оценки макроэкономических

¹ Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 14-02-00159а.

последствий реализации крупных инвестиционных транспортных проектов [Кибалов, Кин, 1, с. 91].

Приведём краткое вербальное описание модели ОМММ-ЖДТ, достаточное для освещения методических и информационных вопросов моделирования в ней транспортных проектов. ОМММ-ЖДТ строится как система объединённых прогнозных балансов:

1. Региональных межотраслевых балансов производства и распределения продукции (МОБ) в последнем году прогнозного периода.
2. Балансов наличия и использования трудовых ресурсов (занятых в производственной деятельности, понимаемой в методологии СНС) в каждом регионе в последнем году прогнозного периода.
3. Балансов производства и потребления инвестиций в основной капитал в регионах за весь прогнозируемый период.

Условием объединения региональных балансов является межрегиональная система производственно-транспортных связей и задаваемые экзогенно соотношения уровней жизни населения регионов, которые связываются единым максимизируемым критерием – затратами 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 отраслей (видов деятельности), регионов и технологических способов; объёмы перевозок транспортабельной продукции между регионами по выделяемым видам транспорта; объёмы фактического конечного потребления домашних хозяйств, выступающие в качестве показателя роста или снижения эффективности функционирования экономики; объёмы инвестиций в основной капитал за последний год и за весь прогнозный период.

ОМММ-ЖДТ относится к типу полудинамических моделей, поскольку её динамика описывается законом роста капитальных вложений в рамках прогнозного периода и, таким образом, темп роста инвестиций является эндогенным параметром модели. Так как ОМММ-ЖДТ входит в класс линейных моделей, то кривая роста капитальных вложений линеаризуется по определённой методике. Инвестиции в основной капитал насчитываются исходя из

заданных параметров отраслевой капиталоемкости продукции и услуг, дифференцированной по регионам. В модели выделяется 6 российских регионов: Европейская часть страны, Тюменская область, «остальная Западная Сибирь», Восточная Сибирь, Дальний Восток и Урал (Уральский федеральный округ без Тюменской области). Таким образом, в модели представлены 3 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 (ВРП) как сумма валовой добавленной стоимости отраслей и видов деятельности региона. Он представлен в блоке макроэкономических показателей модели и является расчётным показателем. В ОМММ-ЖДТ расчёт ВРП осуществляется как производственным методом, так и по элементам конечного использования. Производственная структура регионов, адаптированная к ОКВЭД, включает 45 отраслей и видов деятельности.

Рассматриваемая версия программно-модельного комплекса ОМММ-ЖДТ состоит из двух полудинамических (прогнозных) моделей и статической модели базового (2007) года (базовой модели). Каждая прогнозная модель описывает свой прогнозный период (2008–2020, 2021–2030) и может использоваться самостоятельно. Связь между моделями осуществляется на основе принципов построения многопериодной (в данном случае двухпериодной) модели с прямой рекурсией, когда часть результатов расчётов базовой модели переносится в виде граничных и начальных условий в модель первого периода, из которой, в свою очередь, часть результатов решений переносится в виде граничных и начальных условий в модель второго периода.

Базовая модель выступает как прототип будущей прогнозной модели, поскольку отличается от неё по структуре функциональных блоков отсутствием только характеристик динамики. Назначение базовой модели – получить сбалансированное решение за последний (как правило, уже прошедший) отчётный год, предшествующий началу прогнозного периода, которое может быть верифицировано по данным текущей статистики, и задать систему стоимостных (выраженных в неизменных ценах базового года) и натуральных измерителей, в которых будут измеряться решения прогнозных моделей.

В основе построения исследовательских прогнозных моделей балансового типа, как правило, лежат отчётные МОБ (таблицы «Затраты – Выпуск»). Отсутствие отчётных достаточно детализированных МОБ (в разрезе страны и регионов), выходящих под эгидой Росстата, предопределяет предварительный этап построения прогнозных моделей, а именно, на нём может быть осуществлено экспертное построение региональных МОБ отчётного года в форме итеративного процесса решений базовой оптимизационной модели. Построение на следующем этапе прогнозных моделей на основе базовой позволяет иметь взаимно увязанную систему межрегиональных экзогенных и эндогенных показателей, определяющих динамику производства и распределения материально-вещественных потоков по отношению к отчётному году в отраслевом и региональном разрезе.

1.2. Режим сценарных расчетов

Для учета фактора неопределенности, т.е. многовариантности развития внешней среды нами используется методика встраивания «частных» (т.е. описывающих реализацию конкретных проектов отраслевого масштаба) сценариев в экономическую среду «общих» (народнохозяйственных) сценариев [Кибалов, Кин, 1, с. 91–92]. Поэтому ранее с применением двухпериодной модели были сформированы три народнохозяйственных сценария: инновационный, энерго-сырьевой и пессимистический. Сценарии различаются по гипотезам экономического роста, производительности общественного труда и другим характеристикам, отражающим особенности этого роста.

На примере оценки эффективности отдельных проектов развития железнодорожного транспорта в восточных районах (Восточная Сибирь и Дальний Восток) нами апробировалась методика построения «нормативного» сценария (т.е. реализующего все целевые установки рассматриваемого проекта), которую условно можно охарактеризовать по принципу «от обратного». Суть данного подхода состоит в том, что сначала (на первом этапе) в среде выбранного народнохозяйственного сценария реализуется оцениваемый проект (или некоторая отраслевая стратегия как совокупность инвестиционных проектов), а затем, уже на втором этапе, рассчитывается Центральный вариант (ЦВ), в кото-

ром проект (эффективность которого оценивается путем сравнения отслеживаемых показателей ЦВ со сценарием) по тем или иным причинам не реализуется, при этом остальная часть проектов является инвариантной, т.е. входит как в сценарий, так и в Центральный вариант.

Как показали модельные расчеты основное достоинство такого подхода состоит в возможности ввода адаптивных условий при формировании нормативного сценария, описывающего реализацию проекта, т.е. таких условий народнохозяйственного сценария, которые ранее не отслеживались, стали предметом особого интереса только при реализации частного сценария, описывающего конкретный проект на конкретной территории, и могли войти с ним в противоречие. Тогда при переходе к ЦВ от нормативного сценария (для расчета показателей эффективности) адаптивные характеристики (результат корректировок народнохозяйственного сценария) сохраняются и, тем самым, повышают качество и оперативность прогнозных расчетов.

1.3. О макроэкономическом подходе при оценке эффективности крупного инвестиционного проекта

Мировой опыт оценки эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов, отраженный в действующих методиках, опирается на три основных подхода: микроэкономический, многокритериальный и макроэкономический [5]. Отличительным свойством соответствующих методик является то, что в их рамках оцениваются транспортные объекты, в которых основным инвестором выступает государство. В связи с этим затраты и результаты по проектам в первую очередь оцениваются с общественных позиций и только во вторую очередь – с точки зрения коммерческой эффективности. При этом эффекты, индуцируемые процессом инвестирования в крупномасштабные железнодорожные проекты, носят мультипликативный характер и продолжают действовать и после завершения стадии строительства за счёт стимулирования экономического роста во многих отраслях народного хозяйства.

Мультипликативные эффекты образуются в смежных отраслях экономики (в промышленности, строительстве, электроэнер-

гетике) и в других отраслях. Так при строительстве высокоскоростной магистрали Пекин – Шанхай коэффициент мультипликации только в первые два года строительства составил 5.43 [9]. Прирост индуцированной инвестиционной активности сопровождался созданием десятков тысяч рабочих мест. Такой эффект достигается во многом за счёт того, что Китай опирается на собственную рабочую силу и возможности использовать материалы, комплектующие и технологии собственного производства. Китай, кроме того, практически не зависит от импорта, что еще больше увеличивает показатели мультипликативного эффекта.

В России ситуация иная, так как зависимость от импорта технологий достаточно высока. Для более точных прогнозов мультипликативных эффектов необходимо проводить оценку проектов с использованием моделей, охватывающих все народное хозяйство (модели межотраслевого баланса, макромоделли общего равновесия).

Методология использования народнохозяйственных моделей класса ОМММ (см. пп. 1.1) для оценки крупных инвестиционных проектов рассмотрена, в частности, в работе [Михеева, Новикова, Суслов, 3], где развивается комплексный подход, при котором оценка финансовой эффективности инвестиционных проектов дополняется оценкой общественной эффективности в рамках единой модельной связки микро- и макро- уровней. Нами же ставится частная задача: не применяя инструментария оценки коммерческой эффективности проектов на данном этапе, дать макроэкономическую оценку **последствий** реализации крупного инвестиционного проекта, выступающего как важный элемент некоторой отраслевой стратегии. Макроэкономический подход в данном случае включает следующие аспекты.

– Анализ и моделирование в рамках единого модельного комплекса ряда национальных отраслевых стратегий развития. В частности, речь идет о Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года и Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (2008) [6] (далее Стратегии 2030 или просто Стратегии).

– Агрегирование множества конкретных инвестиционных проектов железнодорожного строительства на территориях Дальнего Востока, Восточной Сибири и Тюменской области в 3 обоб-

ценных альтернативных варианта мегапроекта «Юго-Восточный вектор Стратегии 2030» (далее «ЮВВ-ж.д. 2030»), выступающих как возможные варианты отраслевой стратегии на Востоке страны [Нехорошков, 4].

Макроэкономический подход заключается в том, что многочисленные социально-экономические, финансовые, организационные и технологических средства, механизмы и следствия реализации Стратегии 2030, ее юго-восточного вектора и конкретного проекта сводятся до уровня рассмотрения нескольких основных факторов, отражающих в обобщенном виде соотношение затрат и результатов. В качестве результирующих факторов на уровне страны и регионов рассматриваются динамика ВВП, грузооборота железнодорожного транспорта, динамика транспортоемкости ВВП (по железнодорожному транспорту). В качестве затратных факторов рассматриваются варианты выполнения инвестиционных программ отрасли в той или иной степени влияющих на достижение этой динамики. Применение инструментария ОМММ-ЖДТ позволяет оценить по шкале народнохозяйственного критерия эффективность соотношения действия этих факторов во времени.

2. Формирование сценария развития Транссиба

2.1. Формулирование сценария развития Транссиба. Методический аспект

Как упоминалось в параграфе 1.2, макроэкономическая оценка проекта развития Транссиба осуществляется в выбранной экономической среде общего альтернативного народнохозяйственного сценария в процессе реализации частного двухэтапного сценария (нормативный сценарий и Центральный вариант), на первом этапе которого в нормативном сценарии реализуются некоторые целевые установки, которые будут достигнуты к 2020 г. в результате осуществления данного проекта. Назовем их:

– В результате модернизации восточного полигона Транссиб становится крупным международным центром контейнерных перевозок.

– За счет ускорения движения поездов, модернизации станционной инфраструктуры и подвижного состава значительно увеличивается производительность труда на железнодорожном транспорте (в масштабе всей отрасли), что и позволяет достичь необходимых международных стандартов движения, обеспечивающих резкое увеличение объема транзитных перевозок.

– Модернизация Транссиба рассматривается вместе с реконструкцией и строительством вторых путей БАМа как единая задача: если Транссиб (в масштабе страны) становится центром контейнерных перевозок, то БАМ берет на себя значительную часть грузовых перевозок экспортных и внутренних грузов из районов нового освоения Восточной Сибири и Дальнего Востока.

– Важнейшей целевой установкой, достигаемой в результате реконструкции Транссиба и развития БАМа (строительство вторых путей, электрификация не электрифицированных участков, увеличение суточной скорости движения грузовых поездов и др.), является увеличение пропускной способности восточного полигона Транссиба и БАМа. Увеличения пропускной способности рассматривается как необходимая мера для выполнения экспортной программы поставки минерально-сырьевых грузов из районов нового освоения Восточной Сибири и Дальнего Востока в страны АТР. По оценке экспертов пропускная способность восточного полигона после реализации проекта должна будет увеличиться со 110–120 млн т перевозимых грузов до 165 млн т.

Сценарий формулируется следующим образом. Если проект Транссиб осуществляется к 2020 г., то на его реализацию из народного хозяйства в 2013–2020 гг. отвлекается определенный объем инвестиций в основной капитал. В результате их освоения резко увеличивается объем транзитных грузов (контейнерных перевозок), увеличивается производительность труда в отрасли и увеличивается его (Транссиба вместе с БАМом) пропускная способность. Если же инвестиции не вкладываются в развитие Транссиба, а используются на другие нужды экономики, то прогнозируемый объем контейнерных перевозок не осуществляется, а уровень пропускной способности восточного полигона становится ограничительным фактором железнодорожных перевозок.

2.2. Операционализация показателей сценария Транссиб

Для применения инструментария ОМММ-ЖДТ в соответствии с перечисленными целевыми установками использован набор показателей как полученных от экспертов, так и являющихся результатом предварительных расчетов, цель которых преобразовать отдельные количественные показатели, характеризующие проект, в экзогенные параметры модели, формирующие нормативный сценарий. В этом смысле назовем эти параметры управляющими в отличие от эндогенных показателей решения модели, которые показывают реакцию экономики страны и регионов на действие управляющих показателей, которые характеризуют осуществление (или не осуществление) проекта.

2.2.1. Моделирование инвестиций на развитие Транссиба в формате Стратегии 2030. Инвестиции на развитие Транссиба в 2013–2020 гг. определяются экспертами в размере 562 млрд руб. в ценах 2012 г. Они включают инвестиции на модернизацию и техническое переоснащение восточного полигона Транссиба, а также инвестиции в развитие БАМа [Кибалов, Кин, 1, с. 84]. Поскольку функционирование прогнозных моделей ОМММ-ЖДТ осуществляется в неизменных ценах модели базового года (2007), то объем инвестиций в проект переводится в эти цены. Перевод осуществляется через расчет годовых дефляторов инвестиций в основной капитал (среднегодовых индексов роста цен на инвестиционные товары). Результаты расчета представлены в табл. 1.

Дефлятор года T рассчитывается как отношение объемов инвестиций (по РФ) в текущих основных ценах года T и $T-1$, деленное на индекс физического объема инвестиций года T (данные Росстата). Рассчитанное по этой формуле произведение годовых дефляторов за 2008–2012 гг. составило значение 1.271 (в разгах) (см. табл. 1). Поэтому управляющим параметром в модели выступает объем инвестиций в проект в размере $562:1.271=442.3$ (млрд руб.). Поскольку отраслевые инвестиции за прогнозный период в моделях данного класса оптимизируются в региональном разрезе, то в расчетах предполагается, что объем инвестиций в Транссиб будет распределен между Восточной Сибирью и Дальним Востоком поровну.

Таблица 1

**Расчет дефляторов инвестиций
в основной капитал железнодорожного транспорта РФ**

Годы	Объемы инвестиций в основной капитал железнодорожного транспорта РФ в текущих ценах, млн руб.	Индексы физического объема инвестиций в основной капитал железнодорожного транспорта РФ, % к предыдущему году	Расчет годовых дефляторов инвестиций в основной капитал железнодорожного транспорта РФ, в разгах
	1	2	3
1992	36	76	20.82
1993	449	104	11.85
1994	2276	92	5.51
1995	7022	113	2.73
1996	9721	81	1.71
1997	11389	102	1.15
1998	10873	84	1.14
1999	31284	180	1.60
2000	68185	143.7	1.52
2001	85709	109.4	1.15
2002	60859	63.4	1.12
2003	113551	169.4	1.10
2004	138892	109.7	1.12
2005	141351	121.8	0.84
2006	142238	89.8	1.12
2007	212500	116.6	1.28
2008	345436	151.3	1.07
2009	289104	79.7	1.05
2010	364600	117.1	1.08
2011	393000	97.5	1.11
2012	400000	107.6	0.95
Среднегодовой темп прироста (1999–2007), %		17.4	18,5
Рост дефлятора за 2008–2012, раз			1.271

Источники: данные Росстата.

Одна из особенностей ОМММ-ЖДТ по сравнению с канонической ОМММ состоит в способе моделирования инвестиций в железнодорожную отрасль.

Для того, чтобы пояснить, как эти инвестиции операционализируются в показатели модели, рассмотрим общую схему функционирования ИПМК.

Результаты решения каждой из 3-х моделей ИПМК (см. пп. 1.1) средствами разработанного программного обеспечения (на языке Visual Basic) представляются в табличном виде в среде Excel, а сами комплексы программ формирования оптимизационной задачи линейного программирования и обработки решения, собственно процедуры оптимизации¹ соответственно привязаны к каждой модели и являются автономными, т.е. независимыми от других моделей.

Подготовка условий задачи для работы оптимизационного пакета и обработка полученного оптимального решения осуществляется по модульному принципу, в соответствии с которым условия оптимизационной задачи и результаты ее решения для каждой модели ИПМК группируются в смысловые блоки и представляются перед пользователем самостоятельными частями, последовательно, по завершению запуска каждого из модулей.

Модули обработки решений состоят из двух частей: а) из пользовательской части – 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; б) из сервисных программ, обрабатывающих текущее решение и осуществляющих расчет выходных таблиц и их представление для пользователя. Перечислим эти модули: 2) модуль макроэкономических и отраслевых решений (модуль общих решений) 3) модуль стоимостных балансов первых 38 отраслей (преимущественно агрегированных отраслей) 4) модуль натуральных, стоимостных и натурально-

¹ В связи с увеличением размерности моделей при формировании современных версий ОМММ, включая ОМММ-ЖДТ, был осуществлен переход к использованию более производительного оптимизационного пакета LP-VC вместо LPSYST.

стоимостных показателей остальных восьми отраслей (преимущественно моноотраслей) 5) модуль балансов инвестиций. В случае статической модели (модели базового года) последний модуль, обрабатывающий оптимизируемую динамику инвестиций, отсутствует.

Исходным моментом для получения решения каждой модели является запуск модуля (1), предшествующего работе процедуры оптимизации, результатом работы которого является формирование условий задачи в MPS-формате. Информация для модуля формирования задачи 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. Соответственно модуль условий задачи состоит: а) из пользовательской части – т.е. сегментов данных, заполняемых пользователем в заданных форматах; б) из сервисных программ, считывающих сегменты исходных данных и преобразующих их во входной файл в MPS-формате для работы процедуры оптимизации.

Модуль балансов инвестиций включает расчет найденных по результатам оптимального решения затрат инвестиций (в основной капитал) на 45 отраслей и видов деятельности за прогнозный период по 6-ти регионам модели и по 6-ти видам воспроизводственной структуры инвестиций. Это три вида машин и оборудования, соответствующие трем отраслям машиностроения, где они производятся, СМР, бурение и производство труб для трубопроводного транспорта. Для инвестиций в целом (сумме всех видов инвестиций по всем регионам) в модуле по особой программе рассчитывается отраслевая динамика (среднегодовые темпы прироста инвестиций в данную отрасль). Для железнодорожной отрасли воспроизводственная структура инвестиций представлена всего двумя видами: СМР и машинами и оборудованием общего вида, включающим производство транспортных средств (продукция отрасли «общее машиностроение»).

Специфический прием, используемый в ОМММ-ЖДТ, состоит в том, что инвестиции, которые получает железнодорожная отрасль в течение прогнозного периода, разбиваются на несколько известных целевых ориентиров (совокупностей инвестиционных проектов) и, таким образом, представляются в решении модели не

как эндогенные переменные, получаемые в результате оптимизации, а как управляющие параметры, задаваемые экзогенно¹. Основными ориентирами выступают инвестиции в максимальный вариант Стратегии 2030 и в ее «Юго-Восточный вектор» («ЮВВ-ж.д. 2030») (см. пп. 1.3).

В табл. 2 в строках 1–9 показаны возможные варианты инвестирования железнодорожной отрасли и ее восточного полигона (без сценария по Транссибу). Поскольку Стратегия изначально была разбита на 2 периода (2008–2015, 2016–2030), то предварительно, для адаптации к модели с привлечением экспертов была задана гипотеза о разделении инвестирования Стратегии на два периода, соответствующие прогнозным периодам модели (2008–2020, 2021–2030). В соответствии с ней по максимальному варианту в 2008–2020 гг. будет затрачено 56.5% инвестиций, заложенных на реализацию всей Стратегии (см. строку 4 табл. 2).

Для модельных расчетов из трех вариантов «ЮВВ-ж.д. 2030» был выбран базовый вариант, являющийся частью максимального варианта Стратегии (данные по нему в табл. 2 выделены штриховкой). Как видно из таблицы, в 2008–2020 гг. базовый вариант «ЮВВ-ж.д. 2030» составляет всего 2.7% от инвестиций в отрасль по максимальному варианту Стратегии, поскольку основной объем инвестирования по данному мегапроекту приходится на следующий период (2021–2030), когда его доля в Стратегии возрастает до 18%. Инвестиции в западную и восточную части страны образуют ту инвестиционную среду отрасли, в которую помещается проект Транссиб. Пользуясь данными табл. 1, переведем объем инвестиций в Транссиб в цены 2006 г., чтобы скорректировать Стратегию за счет его включения в нее: 442 (объем инвестиций в Транссиб в ценах 2007 г.): 1.281 (дефлятор за 2007 г.) = 345.2 (млрд руб.). В строках 10–12 табл. 2 показан скорректированный вариант Стратегии в первом прогнозном периоде с инвестированием Транссиба, который и является объектом моделирования.

¹ Разумеется, этот прием, разработанный для оценки конкретного транспортного проекта (или совокупностей проектов), когда заранее известны инвестиции, которые должны быть реализованы к намеченному сроку, может и не использоваться.

Таблица 2

Инвестиции в Стратегию 2030, скорректированную Стратегию 2030, в варианты ЮВВ-ж.д. 2030 и Транссиб, млрд руб. (в ценах на 1.01.2007)

Показатели	2008–2020	2021–2030	2008–2030
1. Минимальный вариант «ЮВВ-ж.д. 2030»	80.1	45.0	125.1
2. Базовый вариант «ЮВВ-ж.д. 2030»	207.1	1075.5	1282.6
3. Максимальный вариант «ЮВВ-ж.д. 2030»	1081.4	2813.3	3894.7
4. Стратегия 2030 (максимальный вариант)	7800.1	6012.3	13812.4
5. Скорректированный вариант Стратегии с максимальным вариантом «ЮВВ-ж.д. 2030»*	8674.4	7750.1	16424.5
6. Скорректированный вариант Стратегии с минимальным вариантом «ЮВВ-ж.д. 2030»*	7673.1	4981.8	12654.9
7. Доля базового варианта «ЮВВ-ж.д. 2030» в Стратегии, %	2.7	17.9	9.3
8. Доля минимального варианта «ЮВВ-ж.д. 2030» в скорректированном варианте Стратегии, %	1.0	0.9	1.0
9. Доля максимального варианта «ЮВВ-ж.д. 2030» в скорректированном варианте Стратегии, %	12.5	36.3	23.7
10. Инвестиции в Транссиб, млрд руб.	345.2		
11. Скорректированный вариант Стратегии с базовым вариантом «ЮВВ-ж.д. 2030» и Транссибом	8145.3		
12. Доля Транссиба и базового варианта «ЮВВ-ж.д. 2030» в скорректированном варианте Стратегии, %	6.8		

Источники: Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030, оценки экспертов СГУПСа.

* Здесь три «скорректированных» вариантов инвестиций в Стратегию состоят из неизменной части (инвестиций по максимальному варианту Стратегии в западную часть страны) и меняющейся части: двух вариантов «ЮВВ-ж.д. 2030» (минимального и максимального), а также базового варианта «ЮВВ-ж.д. 2030» с Транссибом.

Таблица 3

**Ранжированные оценки необходимых инвестиций
для реализации крупнейших проектов железнодорожного строительства
по максимальному варианту Стратегии 2030 и место Транссиба
(в ценах на 1.01.2007 г.)**

Показатели	Протя- женность	Стоимость проекта		Стоимость 1 км
	км	млрд руб.	Доля в скор- ректирован- ном варианте Стратегии, %	млн руб.
	1	2	3	4
1. Санкт-Петербург – Москва	659	564.9	4.0	857.2
2. Нижний Бестях – Мома – Магадан (Дальневосточный ФО)	1866	377.2	2.7	202.1
3. Москва – Смоленск –Красное (международный транспортный коридор)	463	370.0	2.6	799.1
4. Селихин – Ныш (Дальнево- сточный ФО)	582	337.3	2.4	579.6
5. Москва – Нижний Новгород	406	326.8	2.3	804.9
6. Прохоровка – Журавка – Южный Чертково – Батайск (Южный ФО)	748	270.1	1.9	361.1
7. Нижневартовск – Белый Яр – Усть-Илимск (Севсиб) (Тюмен- ская обл., Сибирский ФО)	1892	217.8	1.5	115.2
8. Транссиб		345.2	2.4	

Источник: Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Приложение № 9, Приложение № 10 [6].

О значимости Транссиба можно судить по табл. 3, где ранжированы инвестиции в семь самых масштабных проектов Стратегии (за оба прогнозных периода), которые в сумме составляют 58.5% от общих затрат на строительство новых линий [6, Приложение 10]. В столбце 3 табл. 3 показаны доли этих проектов в скорректированной с учетом Транссиба Стратегии. Как видно, Транссиб входит в пятерку самых крупных проектов.

Объемы инвестиций в строках 2, 10 и 11 табл. 2, переведенные в цены 2007 г. (цены базовой модели) и распределенные по регионам, выступают как параметры формирования нормативного сценария. В нормативном сценарии (решении прогнозной модели первого периода ОМММ-ЖДТ) (см. п.1) этот вариант инвестирования Стратегии (с Транссибом) вызывает дополнительный спрос в регионах, где он реализуется, на продукцию фондосоздающих отраслей, а именно (в терминах отраслевой структуры модели) на продукцию строительства и общего машиностроения. Этот спрос в части оборудования и транспортных средств удовлетворяется в масштабе всей страны, включая импортные поставки. В части строительства, которое не является транспортабельной отраслью, спрос локализован в регионах реализации проекта и оказывает непосредственное влияние на структуру занятости и уровень загрузки производственных мощностей. Таким образом, воздействие на динамику ВВП со стороны инвестиционного фактора непосредственно осуществляется по цепочкам межотраслевых и межрегиональных связей с учетом их мультипликативных эффектов.

Параметры инвестирования железнодорожной отрасли изначально задаются в банке данных (БД). Прежде чем показать связь между параметрами сценария и параметрами модели остановимся на характеристике роли банков данных. Если в п. 1 и в настоящем подпараграфе (2.2.1) ОМММ-ЖДТ характеризовалась как программно-модельный комплекс (ПМК) (система однородных моделей, система последовательно запускаемых модулей, формирующих вместе с шагом оптимизации схему функционирования каждой модели, сам модуль, состоящий из пользовательской и программных частей), то только продиктованное логикой развития методики работы с модельным комплексом появление банков данных, постоянно сопровождающих функционирование модельного комплекса позволяет назвать его информационно-программно-модельным (ИПМК).

Одна функция ИПМК состоит в создании и постоянным пополнении банков данных, ориентированных как на детализацию, так и на объединение отдельных направлений комплексного анализа решений однородных моделей, т.е. на операциях с выходной информацией. Специфика банков данных заключается в том, что преимущественно они состоят из динамических рядов, соединяющих одновременно как ретроспективную динамику допрогнозных периодов, так и прогнозную динамику основных показате-

телей модели, получаемую на данный момент по результатам оптимальных решений, создавая и показывая, таким образом, долговременные тренды. С другой стороны, с помощью банков данных, осуществляется функция подготовительного этапа модельных расчетов, ориентированная на увеличение вариантности условий формирования оптимизационных задач, т.е. на операции с входной информацией. Банки данных создаются в среде Excel (один БД – одна книга Excel), т.е. в той же среде, где осуществляется основная часть работы пользователя с модельным комплексом, а именно – ввод и корректировка сегментов данных при подготовке условий оптимизационных задач линейного программирования (в модуле формирования условий задачи) и анализ полученных таблиц с результатами решений в остальных 4-х модулях.

В настоящий момент в состав ИПМК ОМММ-ЖДТ входят два банка данных:

– **Банк макроэкономических показателей.** Он включает динамические ряды и графики макроэкономических показателей модели и расчетных производных от них показателей в разрезе страны и регионов: ВВП (ВРП), инвестиции в основной капитал, потребление домашних хозяйств, государственные расходы, потребление первичных энергетических ресурсов, производительность общественного труда, материалоемкость совокупного общественного продукта, энергоёмкость ВВП (ВРП), норма накопления основного капитала и т.д.

– **Специализированный банк данных.** Во-первых, он выполняет функцию объединения результатов работы модулей всех моделей ИПМК, сводя показатели из этих модулей, описывающих решения моделей разных периодов, в единые табличные формы общего решения многопериодной модели. Во-вторых, именно этот банк данных специализирован как на описание решений моделей в виде динамических рядов в части железнодорожного транспорта, включая построение графических трендов (т.е. на выходной информации), так и на накоплении экспертной информации о вариантах инвестирования железнодорожной отрасли. Затем из этих вариантов выбирается тот, который в зависимости от целевых установок осуществления сценария выступает как объект для операций с входной информацией при формировании условий оптимизационных задач обоих прогнозных периодов.

В частности, для Транссиба действует следующий алгоритм формирования сценария.

1) В специализированном Банке данных (на листе книги Excel) накапливаются варианты инвестирования ЮВВ-30, соответствующие им варианты Стратегии (в региональном разрезе модели) и данные об инвестициях в Транссиб. Эти варианты дефлятируются, т.е. переводятся в сопоставимые цены модели, разносятся по регионам и прогнозным периодам модели и корректируются при поступлении дополнительной экспертной информации.

2) Из архива вызывается выбранный для расчетов народнохозяйственный сценарий (см.пп.1.2). Непосредственно в расчетах используется модель первого прогнозного периода и ее модули.

3) В модуле формирования условий задачи (соответствующего прогнозного периода) выбранного народнохозяйственного сценария вводятся или корректируются все управляющие параметры специализированного сценария кроме параметров инвестиционной программы железнодорожной отрасли. Для сценария Транссиб это объем контейнерных перевозок в 2020 г., показатели пропускной способности железнодорожного транспорта и показатели, формирующие динамику роста производительности труда отрасли (трудоемкости транспортной работы).

4) Осуществляется решение оптимизационной задачи линейного программирования (шаг оптимизации) и в процессе итеративных расчетов и корректировки условий задачи с использованием модулей обработки решений получается осмысленное решение¹.

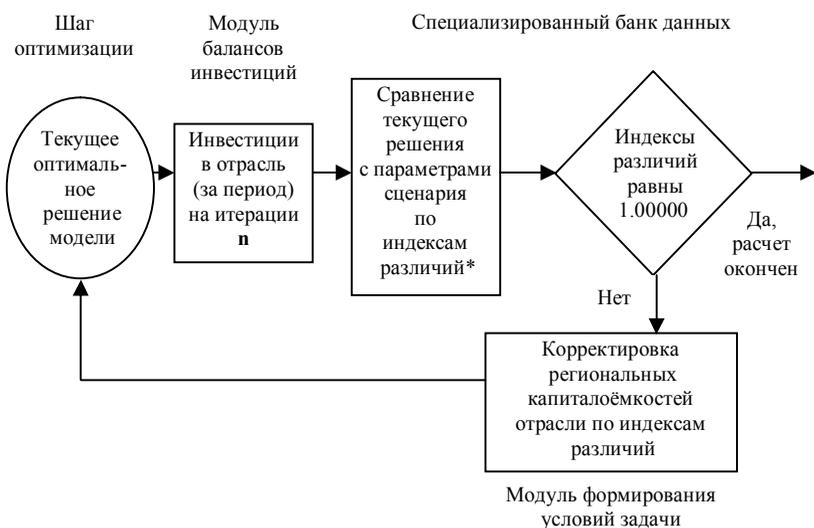
5) Заключительным этапом построения нормативного сценария является ввод из специализированного Банка данных в полученное на предыдущем шаге решение параметров инвестиций в железнодорожную отрасль с учетом целевых ориентиров затрат по конкретным проектам и совокупностям проектов (мегапроектам). Напомним, что в нашем случае целевые ориентиры – это базовый вариант ЮВВ-ж.д. 2030», Транссиб и остальная часть скорректированной Стратегии, разнесенная по регионам модели (см. табл. 2). Ввод осуществляется путем итеративной корректировки региональных капиталоемкостей производственных способов отрасли «железнодорожный транспорт» в модуле условий формирования задачи по схеме, представленной на рис. 1. Расчеты в среде трех народнохозяйственных сценариев показали, что при разной начальной капиталоемкости технологических спосо-

¹ Как правило для оперативного анализа полученного решения на данном этапе достаточно использования модуля общих решений.

бов (т.е. при разном уровне инвестирования отрасли достигнутом до выполнения шага (5)) получение нужных по сценарию параметров инвестирования, фиксируемых по индексам различий с точностью до 5-го знака (см. примечание к рис. 1), требует не больше 10 итераций.

6) После ввода инвестиций в отрасль в качестве последнего параметра сценария (после получения региональных индексов различий с заданной точностью с использованием модуля баланса инвестиций) осуществляется запуск остальных модулей обработки решения для получения окончательного сценария и последующего его анализа.

7) Все пять модулей вместе со специализированным банком данных помещаются в архив сценария для его возможного воспроизведения, корректировки и дальнейшего развития.



* Индекс различий определяется как отношение величины инвестиций в отрасль в регионе (за прогнозный период), рассчитанной в банке данных с учетом целевых установок данного сценария, и величины, получаемой из текущего решения (из модуля инвестиций). Число нулей после единицы означает желаемую точность, после достижения которой расчет прекращается.

Рис. 1. Блок-схема ввода инвестиций в железнодорожную отрасль в нормативном сценарии по Транссибу

2.2.2. Моделирование транзитных контейнерных перевозок. В контексте рассматриваемого сценария к 2020 г. экспертами прогнозируется увеличение объема международных (крупнотоннажных) контейнерных перевозок до уровня 1 млн TEU в год¹ (с 38 тыс. TEU в 2007 г [7, табл. 2]). Рост экспорта транспортных услуг в нормативном сценарии для наглядности можно представить так же, как представляется динамика показателей решения модели первого прогнозного периода, т.е. в среднегодовых темпах прироста за 2008–2020 гг. Этот темп составит 28.6%. В 2006–2008 гг. объем транзитных перевозок крупнотоннажных контейнеров по Транссибирской магистрали составлял 28.8–39.9 тыс. TEU в год, а доля транзита в общем объеме международных перевозок (экспорт, импорт, транзит) по Транссибу не превышала 11% [7, табл. 2]).

Если учесть, что в рассматриваемом нами источнике [7] (Программа действий ОАО «РЖД» по развитию железнодорожных контейнерных перевозок с использованием Транссибирской магистрали на период до 2015 года (2009)) среднегодовые темпы прироста экспортных и импортных перевозок груженых контейнеров в 2009–2015 гг. закладываются на уровне соответственно 16% и 3% [7, табл. 12], то прогнозируемый темп транзитных перевозок в сценарии (28.6%) свидетельствует о значительном увеличении доли международного транзита в общем объеме международных железнодорожных перевозок.

Методические подходы, используемые при моделировании транспортных потоков в ОМММ-ЖДТ, освещены в [2]. В настоящей версии ОМММ-ЖДТ нельзя напрямую оценить ту часть транспортной работы железнодорожного транспорта РФ, которая осуществляется за счет международных перевозок, т.к. экспорт и импорт каждой транспортабельной отрасли (экзогенные параметры модели) представляются в условиях оптимизационной задачи

¹ И хотя, по мнению генерального директора ОАО «Институт экономики и развития транспорта» Федора Пехтерева, в конечном итоге трансконтинентальные отправки все же не смогут доминировать в сравнении с морскими, к 2020 году российские перевозчики вполне могут рассчитывать на миллион TEU (Twentyfoot Equivalent Unit – условная единица измерения вместимости транспортных средств, равная объему 20-футового контейнера) транзитных грузов. Это составляет около 2 % прогнозного контейнеропотока между Европой и Азией [2013, 8].

как сальдовая величина (экспорт минус импорт), которая лишь косвенно влияет на объем внутрирегиональных и межрегиональных перевозок.

Так, в нормативном сценарии в последнем году прогнозного периода продукция отрасли i (например, черные металлы), производимая на Урале (регион модели), экспортируется через западные границы соседнего региона Европейская Россия (регион модели) наряду с экспортом из самого региона (это имеет место, когда производство в регионе (Европейской России) больше чем потребление, сальдовая величина экспорта и импорта региона (экспорт – импорт) больше, чем разность между производством и потреблением и в регион осуществляется ввоз продукции с Урала. Тогда транспортные затраты обоих регионов на межрегиональные перевозки (отправителя и получателя) включают и транспортные затраты на экспорт продукции из региона Европейская Россия, но выделить эти затраты отдельно невозможно. В этой ситуации моделирование международных транзитных перевозок, на наш взгляд, можно осуществить через задание их в виде констант в правых частях региональных транспортных уравнений по железнодорожному транспорту.

Приведем общую запись регионального транспортного уравнения в ОМММ-ЖДТ, имея в виду, что объем транспортной работы региона складывается из обслуживания грузовых межрегиональных и внутрирегиональных перевозок, а также работы пассажирского транспорта [2, с.131]. Все части транспортного уравнения выражены в стоимостной форме в ценах базовой модели (см. пп. 1.1). Пусть индексом τ будет обозначен железнодорожный транспорт, тогда:

$$\begin{aligned}
 x_{\tau}^r \geq & \sum_j^0 a_{\bar{g}}^{rr} x_j^r + \sum_j a_{\bar{g}}^{rr} \bar{x}_j^r + \sum_{s,j} a_{\bar{g}}^{rr} x_j^{sr} + \\
 & + \sum_{s,j} (a_{\bar{g}}^{rs} - a_{\bar{g}}^{rr}) x_j^{rs} + \sum_{s,j} (a_{\bar{g}}^{sr} + a_{\bar{g}}^{rr}) x_j^{sr} + \\
 & + \alpha_{\tau}^r z,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где x_{τ}^r – объем транспортной работы в r -м регионе;

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

o^r

X_j^r – объем производства продукции j -й отрасли в r -м регионе, получаемый в последнем году с производственных мощностей, действовавших на начало прогнозного периода (со «старых» мощностей);

$-^r$

X_j^r – прирост производства продукции j -й отрасли в r -м регионе за счет инвестиций на расширение и ввод новых мощностей¹;

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

$a_{\tau j}^{sr}$ – затраты транспорта на ввоз единицы продукции j -й отрасли из региона s в регион r .

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

α_{τ}^r – доля затрат домашних хозяйств (включая социальные трансферты), приходящаяся на пассажирский железнодорожный транспорт в r -м регионе. Если $\sum_{r,i} \alpha_i^r = 1$, то суммирование параметров α_i^r по отраслям региона дает задаваемые экзогенно па-

¹ Будем иметь в виду, что $x_j^r \leq N_j^r$, $j=1, \dots, n$ и $x_j^r \leq N_j^r$ (для некоторых j, r), где N_j^r и N_j^r ограничения соответственно на старые и новые мощности.

параметры λ^r , которые показывают доли регионов в национальных затратах домашних хозяйств: $\lambda^r = \sum_i \alpha_i^r$ ($\sum_r \lambda^r = 1$);

z – стоимостной объем максимизируемого фактического конечного потребления домашних хозяйств страны.

Пусть k_τ^r – стоимостной объем транспортной работы по осуществлению международных транзитных перевозок по Транссибу в регионе r . Тогда, включив его в транспортное уравнение (1) получим:

$$\begin{aligned} x_\tau^r - \sum_j a_{\tau j}^{rr} x_j^r - \sum_j a_{\tau j}^{rr} \bar{x}_j^r - \sum_{s,j} a_{\tau j}^{rr} x_j^{sr} - \\ - \sum_{s,j} (a_{\tau j}^{rs} - a_{\tau j}^{rr}) x_j^{rs} - \sum_{s,j} (a_{\tau j}^{sr} + a_{\tau j}^{rr}) x_j^{sr} - \\ - \alpha_\tau^r z \geq k_\tau^r, \end{aligned} \quad (2)$$

По аналогии с региональными уравнениями по продукции, где в правых частях в ОМММ-ЖДТ помещается сальдо экспорта и импорта транспортабельной продукции (экзогенный параметр), в транспортные уравнения поместим фиксируемый экспорт транспортных услуг, оказываемых Транссибом. Таким образом, оптимизация транспортной работы в регионе будет осуществляться с учетом дополнительной работы по осуществлению транзитных перевозок.

Примем, что 1 TEU – это 24-х футовый контейнер с грузом весом 24 т (брутто) и, предположив полную заполняемость контейнеров, получим на 2020 г. объем международного транзита по Транссибу 24 млн т (эквивалент 1 млн TEU). Учитывая, что длина Транссиба от Москвы до Владивостока составляет 9288.2 км, получим объем грузооборота международного транзита $24 * 9288.2 = 222917$ (млн ткм).

В табл. 4 приведена подготовительная информация для ввода в нормативный сценарий моделируемого объема контейнерных перевозок в качестве правых частей региональных транспортных уравнений. В ней, в частности, представлены региональные участки главных эксплуатационных путей Транссиба, пропорционально которым объем грузооборота международного транзита, рассчитанный в предыдущем абзаце, разделен между регионами модели.

Таблица 4

**Формирование параметра стоимостных объемов
международных транзитных перевозок в 2020 г.
по регионам ОМММ-ЖДТ**

Европейская Россия	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток	Тюменская обл.	Урал	РФ
1. Эксплуатационная длина главных путей региональных участков Транссиба, км						
1830	1312	3259	2022	399	466	9288
2. Грузооборот международных транзитных перевозок в 2020 г., млн ткм						
43925	31488	78216	48528	9576	11184	222917
3. Стоимостной объем транспортной работы по осуществлению международных транзитных перевозок в 2020 г., млн руб. (в ценах 2007 г.)						
14771	10589	26303	16319	3220	3761	74964

Источники: эксплуатационная длина восточных участков Транссиба определена экспертами СГУПС. Длина западного участка (Европейской России) получена вычитанием из общей длины Транссиба восточных участков.

Перевод грузооборота транзитных перевозок (строка 2 табл. 4) в стоимостную форму (строка 3 табл. 4) осуществлялся путем умножения регионального натурального показателя грузооборота на средний тариф. Средний (по РФ) тариф на грузовые перевозки был рассчитан с использованием базовой статической модели за 2007 г. (см. пп. 1.1). Стоимостной объем работы грузового железнодорожного транспорта, полученный по результатам решения модели (702843 млн руб.), был поделен на фактический объем работы железнодорожного транспорта за 2007 г. (2090 млрд ткм): $702843 : 2090 = 336$ (руб./1000 ткм).

2.2.3. Моделирование пропускной способности Транссиба.

Для моделирования пропускной способности Транссиба как параметра сценария и представления ее в показателях ОМММ-ЖДТ будем использовать статическую модель ИПМК (базовую модель 2007 года) и оценки экспертов СГУПС. По этим оценкам доля Транссиба в грузообороте железнодорожного транспорта страны в наивысшей точке экономического роста (2007–2008 гг.) составляла 34%, а степень его загрузки – 80%. Существующее (для 2007 г.) ограничение на пропускную способность Транссиба по оценке экспертов СГУПС составляет 110–120 млн т перево-

зимых грузов в год (далее в расчетах нами используется большее значение), а после реализации проекта по развитию Транссиба она (пропускная способность) увеличивается до 165 млн т.

Будем считать, что грузооборот регионов в 2007 г. (т.е. в начальной точке прогноза), выраженный в стоимостной форме, с достаточной (допустимой) точностью отражен в решении базовой (статической) модели (см. пп. 1.1). Достигнутый в результате проведенных итеративных расчетов по формированию базовой модели общий уровень точности решения можно охарактеризовать величиной погрешности расчетного критерия оптимальности базовой модели (фактического конечного потребления домашних хозяйств) относительно его фактического значения (данные Росстата). Расчетный критерий в базовой модели ОМММ-ЖДТ составляет от фактического 96%.

В соответствии с родовыми свойствами ОМММ число технологических способов, представляющих отрасль в регионе, удваивается в результате разбиения производства на «старые» (действующие) мощности, т.е. введенные до начала данного прогнозного периода производства и продолжающие в нем действовать, которые не могут выпускать продукции больше некоторого уровня, достигнутого в предыдущем периоде, и «новые», т.е. введенные в течение данного прогнозного периода, которые обеспечивают прирост продукции [Гранберг, 11, с. 72–75].

В ОМММ-ЖДТ, хотя ее следует отнести к моделям с высокой степенью агрегации, описание некоторых отраслей осуществляется обобщенными, но реально существующими технологиями и является весьма прозрачным. Так добыча угля представлена в модели двумя технологиями: шахтами и разрезами, существенно различающимися по своим затратным характеристикам (материалоемкости, трудоемкости, капиталоемкости). Поэтому деление производства отрасли в регионе на «съем» продукции со «старых» мощностей, т.е. построенных до начала прогнозного периода шахт и разрезов, и с «новых» мощностей, т.е. введенных в течение прогнозного периода новых объектов является правдоподобным.

Гораздо менее прозрачным является «удвоение» регионального технологического способа отрасли «железнодорожный транспорт». В приведенном уравнении баланса транспортных услуг региона (1) (см. пп. 2.2.2.) структурные компоненты транспортной работы (затраты на обслуживание грузовых межрегиональных и внутрирегиональных перевозок, а также затраты на пассажирский транс-

порт как элемент в структуре критерия потребления домашних хозяйств) невозможно разделить на «старые» и «новые» мощности. В работе [2, с. 145–149] показано, что удельные транспортные затраты из формулы (1) формируются как функция средних расстояний (между регионами и внутри регионов), тарифов (межрегиональных и внутрирегиональных) и транспортных весов (усредненной цены весовой единицы перевозимого груза), т.е. из элементов, которые явно не привязаны к «старым» и «новым» мощностями, если понимать под ними, например, строительство новых путей. Тем не менее, в функциональной структуре канонической модели такое формальное деление существует [12, с. 26–27].

Можно предложить следующую содержательную трактовку «старых» и «новых» мощностей железнодорожного транспорта, связав их с ограничениями на пропускную способность, действующими в моделях разных временных периодов.

Опираясь на применяемый при построении ОМММ-ЖДТ принцип взаимно однозначного соответствия стоимостных и натуральных пропорций, будем переносить оценки экспертов, построенные на натуральных показателях, на стоимостные пропорции модели. Пусть объем транспортной работы региона из транспортного уравнения (1) описывается решением базовой модели. Тогда будем рассматривать ограничение на нее (работу) как ограничение на пропускную способность, действующее в рамках существующей инфраструктуры:

$$x_{\tau}^r \leq N_{\tau}^r \quad , \quad (3)$$

где x_{τ}^r – объем транспортной работы в r -м регионе в стоимостной форме, полученный в решении базовой модели с допустимой точностью;

N_{τ}^r – ограничение на пропускную способность в r -м регионе в стоимостной форме, полученное на основании оценки экспертов.

В данном случае мы исходим из того, что натуральную оценку экспертов о степени загруженности Транссиба на 80% в 2007 г. (см. начало пп. 2.2.3) можно использовать в случае Восточной Сибири и Дальнего Востока для расчета ограничения пропускной способности всей транспортной работы региона (выраженной в стоимостной форме). Действительно, из табл. 5 следует, что доля Транссиба в грузообороте Дальнего Востока составляет 85%,

**Оценки грузооборота регионов и Транссиба в 2007 г.
в региональной сетке ОМММ-ЖДТ**

Европей- ская Россия	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Дальний Восток	Тюмен- ская обл.	Урал	Итого
Грузооборот регионов страны, млрд ткм, наша оценка:						
1170	273	241	155	82	170	2090
Грузооборот Транссиба, млрд ткм, оценка СГУПСа:						
	77.4–158.8	189.0–290.1	131.4	29.5–33.5	34.5–39.1	461.9–652.9
Доля Транссиба в грузообороте региона, %;						
	28.3–58.1	78.5–120.5	84.6	36.1–41.0	20.3–23.1	22.1–31.2

Источники: [2, с. 149], оценки экспертов СГУПСа.

т.е. является определяющей. Доля Транссиба в грузообороте Восточной Сибири по минимальной и максимальной оценке варьируется от 79 до 120%, т.е. также является определяющей, либо в последнем случае полностью «поглощает» оценку грузооборота региона в целом.

Отталкиваясь от сделанной посылки, определим пропускную способность для Дальнего Востока и Восточной Сибири в 2007 г. на основе полученного из решения статической модели объема транспортной работы и экспертной оценки степени загруженности Транссиба (80%):

$$N_{\tau}^r = x_{\tau}^r / 0.8, \quad (4)$$

При формировании нормативного сценария развития Транссиба с использованием ОМММ-ЖДТ первого прогнозного периода полученные ограничения на пропускную способность трактуются нами как параметры сценария, имеющие аналогию с ограничениями на «старые» мощности отраслей производящих товары (см. сноску при описании переменных из формулы (1)). Поэтому:

$$N_{\tau}^r = N_{\tau}^{0r}, \quad (5)$$

Где N_{τ}^{0r} – ограничение на «старую» пропускную способность в r -м регионе в стоимостной форме в нормативном сценарии (модели первого прогнозного периода).

Как упоминалось в начале пп. 2.2.3, по оценке экспертов реализация инвестиционного проекта Транссиб позволит к 2020 г. нарастить его пропускную способность со 110–120 млн т перевозимых грузов до 165 млн т или в 1.375 раза (расчет по верхней границе). Перенеся эту оценку на Восточную Сибирь и Дальний Восток, прирост пропускной способности или ограничение на «новую» пропускную способность определим как:

$$N_{\tau}^{-r} = N_{\tau}^{0r} \cdot 1.375 - N_{\tau}^{or} \quad (6)$$

Где \bar{N}_{τ}^{-r} – ограничение на «новую» пропускную способность в r -м регионе в стоимостной форме в нормативном сценарии (модели первого прогнозного периода).

На наш взгляд, на принятом в ОМММ-ЖДТ на настоящий момент уровне агрегирования существует следующее отличие в трактовке «старых» и «новых» технологий (мощностей), описывающих производство промышленных товаров в регионе, и железнодорожным транспортом, характеризуемым «старой» и «новой» пропускной способностью. «Старые» технологии производства товаров (менее производительные, более материалоемкие, но менее капиталоемкие) могут конкурировать с «новыми» (более производительными, менее материалоемкими, но более капиталоемкими). Железнодорожный транспорт в регионе, наоборот, описывается как единая технология, интенсивность которой – это размер транспортной работы, выполняемой на неразделяемых на «старые» и «новые» инфраструктурных объектах. Эта работа формируется в части грузового транспорта как сумма транспортных затрат данного региона на ввоз и вывоз продукции, транспортных затрат на внутрирегиональное производство и, таким образом, объективно определяется объемами межрегиональных перевозок и уровнями регионального товарного производства на «старых» и «новых» мощностях в последнем году прогнозного периода, а в части пассажирского транспорта зависит от прогнозируемой доли расходов населения на транспорт и общего уровня потребления

домашних хозяйств (переменные x_j^{rs} , x_j^{sr} , x_j^{or} , x_j^{-r} , α_{τ}^r , z в неравенстве (1)).

В табл. 6 приведена структура инвестирования максимального варианта Стратегии 2030. Как видно, на создание «новых» мощностей, если под этим понимать реализацию проектов по строительству новых линий, предполагается затратить по прогнозным периодам 25–34% всех инвестиций (см. строку 2 табл.6), тогда как развитие существующих линий (строительство вторых, третьих и четвертых главных путей, т.е. на повышение пропускной способности) – всего 4% (см. строку 3 табл.6). В то же время на модернизацию основных фондов железнодорожного транспорта и обновление подвижного состава приходится близкие доли инвестиций (соответственно 19 и 23%) (см. строки 5 и 6 табл. 6).

Переходя с верхнего уровня на уровень конкретного проекта, следует отметить, что реализация Транссиба не включает строительство новых линий, поэтому в списке крупнейших проектов Стратегии 2030 в табл. 3 Транссиб не представлен стоимостью 1 км новых путей, позволяющей оценить сравнительную капиталоемкость проектов. В то же время реализация Транссиба включает строительство вторых путей (на участках БАМа), модернизацию основных фондов (в частности электрификацию участков БАМа), обновление подвижного состава. Ясно, что два последних элемента структуры инвестирования также тесно коррелируют с увеличением пропускной способности, определенной нами в терминах модели в неравенстве (3). Поэтому ввод в модель конкретно рассчитанного по формуле (6) параметра ограничения на «новую» пропускную способность является необходимым условием осуществления сценария: инвестиции по перечисленным направлениям увеличи-

вают пропускную способность Транссиба на величину \bar{N}_τ^r , не инвестирование в Транссиб означает сохранение «старой» пропу-

скающей N_τ^0 (конкретно рассчитанной по результатам решения базовой модели). Заметим в этой связи, что в осуществленных расчетах при переходе к ЦВ от нормативного сценария ограничивалась пропускная способность только железных дорог Дальнего Востока, поскольку предполагалось (и это показала практика последних лет), что наиболее узкие места Транссиба будут возникать (при росте экспортных поставок и ускорении экономического развития региона) в юго-восточном направлении на участках, приближенных к дальневосточным портам и сухопутным границам.

**Структура инвестиций в Стратегию 2030
по максимальному варианту, (в ценах на 1.01.2007)**

Показатели	2008– 2015	2016– 2030	2008– 2030	2008– 2015	2016– 2030	2008– 2030
	млрд руб.			в %		
1. Стратегия 2030, всего	5218.9	8593.5	13812.4	100	100	100
2. В т.ч. строительство новых линий	1330.2	2884.5	4214.7	25.5	33.6	30.5
3. Повышение пропускной способности и строительство вторых, третьих и четвертых главных путей	211.6	371.8	583.4	4.1	4.3	4.2
4. Реконструкция Улан-Баторской дороги	40		40	0.8	0.0	0.3
5. Модернизация основных фондов железнодорожного транспорта	1055.4	1592.5	2647.9	20.2	18.5	19.2
6. Обновление подвижного состава железнодорожного транспорта	1522.0	1658.0	3180.0	29.2	19.3	23.0
7. Развитие промышленного железнодорожного транспорта	1054.1	2064.9	3119.0	20.2	24.0	22.6
8. Обеспечение транспортной безопасности железнодорожного транспорта	5.6	21.8	27.4	0.1	0.3	0.2

Источники: Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, Приложение № 10 [6].

3. Результаты расчетов по оценке макроэкономических эффектов от реализации сценария развития Транссиба

В соответствии с тем, как сформулирован сценарий развития Транссиба, а он представляется как инвестиционный проект, увязывающий конкретную величину инвестиционных затрат на конкретной территории с несколькими целевыми результатами отраслевого масштаба вследствие его реализации (см. пп. 2.1), макроэкономические эффекты можно описать через сравнение макроэкономических показателей нормативного сценария и Центрального варианта, в котором этот сценарий не реализован (см. пп 1.2).

Расчёты проводились с использованием инструментария ИПМК ОМММ-ЖДТ (см. пп.2.2.1) на модели первого прогнозного периода (2008–2020) (см. пп. 1.1) в среде энерго-сырьевого народнохозяйственного сценария, который характеризуется сохранением современной модели развития российской экономики, динамизм которой обеспечивают крупные энерго-сырьевые и транспортные проекты.

Как показано в пп. 2.2.1, специфическим приемом моделирования крупного транспортного проекта (в аспекте инвестиций) в ОМММ-ЖДТ является «погружение» его в рамки некоторой отраслевой стратегии. Напомним, что это максимальный вариант Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (2009) (см. табл. 2). Учет неопределенности в моделировании инвестиционных затрат осуществляется путем деления отраслевой стратегии на неизменяемую (инвариантную) часть (европейские регионы страны) и варьируемую часть, которая представлена тремя вариантами инвестирования Юго-Восточного вектора Стратегии («ЮВВ-ж.д. 2030»), мегапроекта, охватывающего ареал Сибири и Дальнего Востока. В описываемых расчетах использовался базовый (средний) вариант «ЮВВ-ж.д. 2030». Таким образом, проект развития Транссиба одновременно «погружается» (в случае нормативного сценария) или, наоборот, не «погружается» в многослойную среду народнохозяйственного сценария, отраслевой стратегии и регионального мегапроекта.

**Некоторые показатели экономики России
и железнодорожного транспорта в энерго-сырьевом сценарии
народнохозяйственного развития
при реализации проекта Транссиб и в случае отказа от него.
Расчет мультипликативного эффекта от инвестирования в Транссиб**

Показатели	Проект реализован *	Проект не реализован**	Приросты показателей, (ст.1 – ст.2)
	1	2	3
I. Среднегодовые темпы прироста в 2011–2020 гг., %			
1. Валовой внутренний продукт (ВВП)	5.3	4.8	0.5
2. Фактическое конечное потребление домашних хозяйств	4.9	4.7	0.2
3. Инвестиции в основной капитал экономики	9.4	8.5	0.9
4. Объём транспортной работы железнодорожного транспорта	5.0	4.1	0.9
5. Темп прироста транспортёмкости ВВП по железнодорожному транспорту	–0.303	–0.656	0.353
II. Инвестиции в основной капитал за период 2008–2020 гг., в ценах 2007 г.			
1. Инвестиции в экономику РФ, млрд руб.	138191	131651	6540
2. Инвестиции в проект, млрд руб.	442***		
III. Разность инвестиций в экономику между нормативным сценарием и ЦВ, отнесенная к инвестициям на проект (коэффициент мультипликации), раз			14.8

* Нормативный сценарий.

** Центральный вариант (ЦВ).

*** Расчет инвестиций в проект в ценах 2007 г. показан в пп. 2.2.1.

Источник: Решения модели OMMM-ЖДТ.

**Некоторые показатели
экономики и железнодорожной отрасли Дальнего Востока
в энерго-сырьевом сценарии народнохозяйственного развития
при реализации проекта Транссиб и в случае отказа от него**

Показатели	Проект реализован *	Проект не реализован**	Приросты показателей, (ст.1 – ст.2)
	1	2	3
I. Среднегодовые темпы прироста в 2011–2020 гг., %			
1. Валовой региональный продукт (ВРП)	4.6	2.4	2.2
2. Инвестиции в основной капитал экономики	4.9	1.7	3.2
3. Объём транспортной работы железнодорожного транспорта (2008–2020)	3.8	1.5	2.3
5. Темп прироста транспортёмкости ВРП по железнодорожному транспорту (2008–2020)	– 0.548	– 1.16	0.612
II. Уровень использования пропускной способности Транссиба в регионе в 2020 г., %	97		
III. Инвестиции в основной капитал за период 2008–2020 гг., в ценах 2007 г.			
1. Инвестиции в экономику региона, млрд руб.	8100.8	6734.8	1366
2. Инвестиции в проект, млрд руб.	221 ***		
3. Разность инвестиций в экономику региона между нормативным сценарием и ЦВ, отнесенная к части инвестиций на проект, освоенной в регионе (региональный коэффициент мультипликации), раз			6.2

* Нормативный сценарий.

** Центральный вариант (ЦВ).

*** Условно принято, что инвестиции в проект, осваиваемые в регионе, составляют половину всех инвестиций в проект.

Источник: Решения модели ОМММ-ЖДТ.

Результаты модельных расчетов для страны в целом показаны в табл. 7. Из всего прогнозного периода модели (2008–2020) рассматривается подпериод 2011–2020 гг. Для того, чтобы соизмерить величины макроэкономических эффектов, отслеживаемых разными показателями, вычтем значения показателей столбца 2 из столбца 1 в первой части таблицы (см. столбец 3 в табл. 7). Как видно, максимальный эффект от реализации проекта приходится на рост инвестиций в экономику и на рост объема транспортной работы (0.9 процентных пункта, далее п.п.), что в первом случае сопряжено с действием мультипликативных эффектов от полученного импульса от инвестирования на восточном полигоне Транссиба, а во втором случае – с достижением целевой установки проекта по резкому увеличению перевозок транзитных грузов (см. пп.2.2.2). В табл. 8 аналогичные показатели приведены для Дальнего Востока. Там максимальный эффект приходится на рост инвестиций (3.2 п.п.), динамика объема транспортной работы увеличивается на 2.3 п.п., а ВРП – на 2.2. п.п.

Остановимся на поведении такого макроэкономического показателя эффективности как среднегодовой темп снижения транспортоемкости ВВП (ВРП) по железнодорожному транспорту. Из табл. 7 следует, что этот темп в случае реализации проекта замедляется более чем вдвое, иначе говоря, мы имеем отрицательный эффект по этому показателю.

Действительно, существенная характеристика данного показателя подразумевает, что в масштабе страны причинно-следственная связь между динамикой транспортной работы и экономическим ростом может трактоваться в долгосрочной перспективе как постепенное и последовательное снятие ограничений со стороны транспортной системы и сокращение ее затрат, результатом чего является ускорение экономического роста. При нормальных экономических условиях ВВП, как правило, растет быстрее чем транспортные затраты, поэтому транспортноемкость (т.е. отношение физического объема транспортной работы (затрат) к физическому объему ВВП) в конце прогнозного периода меньше, чем в начале прогнозного периода. В данном сценарии мы этого не наблюдаем. Здесь, на наш взгляд, решающее значение оказывает фактор резкого роста транзитных контейнерных перевозок, влияющий на общий рост транспортных затрат (см. пп. 2.2.2). Так из первой части табл. 7 следует, что эффект по показателю транспортной работы значительно превосходит эффект по ВВП (см. столбец 3 табл. 7).

С другой стороны, на показатель транспортоемкости влияет методический недостаток в формировании сценария, который мы видим в том, что международный транзит рассматривается нами только как фактор дополнительных объемов транспортной работы (затрат), но не как экспорт транспортных услуг. На данном этапе нами не осуществлено моделирование экспорта услуг, которое предполагает рассмотрение экспортной выручки как фактора усиления экономической активности.

В третьей части табл. 7 рассчитан общий мультипликативный эффект от инвестирования в Транссиб как отношение разности инвестиций в экономику (за весь прогнозный период) между нормативным сценарием и ЦВ к затратам на проект. Эта величина составила по результатам модельных расчетов 14,8 раз и выглядит весьма значительной (см. пример мультипликативного эффекта в пп. 1.3). В табл. 8 приведен региональный коэффициент мультипликации для Дальнего Востока, который существенно ниже, но тоже значителен (6,2 раза).

Следует заметить, что при использовании данного инструментария возникает непростая и дискуссионная проблема интерпретации полученных результатов, которую в заостренном виде можно сформулировать так: где в результатах сценарных расчетов присутствует влияние свойств используемой оптимизационной модели и ее субъективных характеристик, воздействующих на качество решения (линейность модели, недостатки формирования нормативного сценария и Центрального варианта, связанные, в частности, с длительностью отладочного процесса и относительностью критериев его завершенности, качество экспертных оценок прогнозируемых экзогенных показателей, таких как материалоемкость, капиталоемкость, трудоемкость и т.д.), а где величина полученных эффектов действительно отражают изменение экономической ситуации в результате реализации данного проекта.

Обратившись к параметрам формирования сценария (см. пп. 2.2) и сопоставив их с решением ЦВ, можно придти к выводу, что с методической точки зрения масштаб эффектов от реализации проекта в очень значительной степени зависит от оценки «величины» узкого места – ограничений на пропускную способность дальневосточных участков Транссиба (включая БАМ). Напомним, что с использованием этого количественного показателя моделируемый переход от нормативного сценария к ЦВ можно сформулировать следующим образом (см. пп. 2.1): инвестиции в Транс-

сид увеличивают его пропускную способность в 1.38 раза, не инвестирование в Транссиб означает сохранение «старой» пропускной способности (см. пп. 2.2.3). Переформулируем сценарий в терминах «узкого места»: не инвестирование в Транссиб означает ограничение пропускной способности на уровне 73% от необходимого или снижение его на 27% (см. пп. 2.2.3)¹.

На рис. 2 показана реакция макропоказателей на параметрическое (т.е. равномерное с шагом в 1%) снижение пропускной способности от 27% (случай описанного в табл. 7 и 8 Центрального

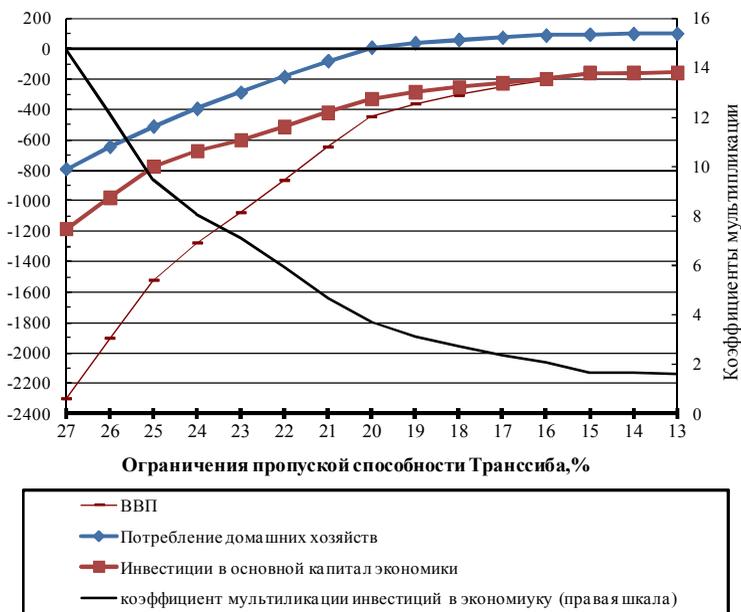


Рис. 2. Изменения макропоказателей РФ в 2020 г. по сравнению со сценарием Транссиб в зависимости от оценки ограничения пропускной способности в Дальневосточном ФО, млрд руб. (в ценах 2007 г.). Изменения коэффициента мультипликации инвестиций, раз

¹ Напомним, что пропускная способность определяется экспертами в максимально возможных объемах перевозимых по Транссибу за год грузов в базовом году и в последнем году прогнозного периода. Поэтому относительная величина «узкого места» рассчитывается как: 120 млн т : 165 млн т * 100 = 73 (%)

варианта) до 13%, осуществленное в серии экспериментальных расчетов. При меньших ограничениях (12% и менее) они уже не влияют на решение. Эти траектории, составленные из Центральных вариантов решений модели при разных ограничениях пропускной способности железных дорог Дальневосточного региона, могут иметь следующую содержательную трактовку.

Допустим, что мы находимся в «предпроектной» стадии принятия решений о начале проекта или отказе от него. Чтобы получить макроэкономические оценки возможных последствий «не реализации проекта», если количественно не определена сама величина необходимой пропускной способности будем рассматривать диапазон возможных эффектов по отношению к нормативному сценарию, где ограничение на пропускную способность просто отсутствует. Действительно, обратившись к табл. 8 (показателей Дальнего Востока), мы видим, что уровень загруженности Транссиба (с БАМом) в регионе в нормативном сценарии, описываемом решением модели, составляет 97% от заданного (экспертно) необходимого уровня пропускной способности, т.е. она не ограничивается. Анализируя рис. 2, можно получить следующие количественные оценки:

– При отказе от проекта в силу существования потенциальных «узких мест» в 2020 г. может быть «недопроизведено» от 2300 млрд руб. до 151 млрд руб. ВВП и «недовложено» в экономику от 1200 млрд до 157 млрд руб. инвестиций в основной капитал (в ценах 2007 г.).

– На рис. 2 видно, что реакция макропоказателей в диапазоне заданных ограничений не является однозначной. Так при уровнях ограничения пропускной способности в интервале от 27 до 21% по всем макропоказателям наблюдаются отрицательные эффекты. При уровнях ограничения от 20 до 13% наблюдается положительный прирост потребления домашних хозяйств по сравнению с нормативным сценарием (т.е. если отказаться от проекта, то уровень потребления в 2020 г. будет несколько выше, чем в случае его реализации). Но в то же время в этом «поддиапазоне» отрицательные эффекты (по ВВП и инвестициям в основной капитал) будут (по абсолютной величине) значительно больше, чем положительные эффекты (по потреблению домашних хозяйств). «Преобладание» отрицательных эффектов над положительными составит (по абсолютной величине) от 57–42 раз (по ВВП и инвестициям соответственно) до 1.5–1.6 раза.

На правой шкале рис. 2 отложены коэффициенты мультипликации, соответствующие параметрическому снижению пропускной способности. Им может быть дана следующая интерпретация. Если инвестиции вложены в проект, который «расширяет узкое место» и величина этого узкого места варьируется в диапазоне от максимального уровня (27%) до минимального (13%), то коэффициент мультипликации от инвестирования в проект (в национальном масштабе) будет варьироваться от 14.8 раз (см. табл. 7) до 1.6 раза.

4. Заключение

Осуществив расчеты по сценарию и серию экспериментальных модельных расчётов, мы, с одной стороны, показали с макроэкономических позиций эффективность проекта модернизации Транссиба (и БАМа) при допущении существования значительной зоны неопределенности в оценке уровней пропускной способности дальневосточного полигона. С другой стороны, посвятив большую часть статьи изложению приемов моделирования с использованием инструментария ОМММ-ЖДТ и описанию информационно-модельной среды, мы продемонстрировали пригодность инструментария для расчётов оценок общественной эффективности крупных железнодорожных проектов, включенных в отраслевые стратегии.

Литература

1. **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. – С. 81–96.
2. **Бузулуцков В. Ф., Сизов А.Н.** Развитие представления транспортных связей в ОМММ-ТЭК: информационно-методический аспект // Экономическое развитие России: региональный и отраслевой аспекты: сб. науч. тр. Вып. 11 / под ред. Е.А. Коломак, Л.В. Машкиной; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2012, С. 120–150.
3. **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.

4. **Нехорошков В.П.** Оценка макроэкономических эффектов крупномасштабных железнодорожных проектов в условиях глобальной экономики. // Экономические науки. – 2010. – № 11 (72). – С. 307–313.

5. **Кибалов Е.Б., Беспалов И.А., Глушенко К.П., Хугорецкий А.Б.** Глава 7. Оценка ожидаемой эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов // Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов: монография / ИЭОПП СО РАН – Новосибирск, 2014, С. 294–361.

6. **Стратегия** развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г., № 877-р.

http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13009

7. **Программа** действий по развитию железнодорожных контейнерных перевозок с использованием Транссибирской магистрали на период до 2015 года. Утверждена распоряжением ОАО "РЖД" N 1232р.

<http://docs.cntd.ru/document/902184594>

8. **Оксана Перепелица.** От Транссиба к евразийскому коридору.

<http://www.intelros.ru/readroom/otechestvennye-zapiski/o3-2013/20261-ot-transsiba-k-evraziyskomu-koridoru.html>

9. **Сазонов С.Л.** Динамичное развитие высокоскоростных железных дорог (ВСЖД) Китая // Экономика железных дорог. – 2011. – № 8. – С. 82–92.

10. **Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А.** Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2007, С. 371.

11. **Гранберг А.Г.** Оптимизация территориальных пропорций народного хозяйства. – М.: Экономика, 1973, С. 188.

12. **Бузулуцков В.Ф.** Глава 1.3. Оптимизационная Межрайонная Межотраслевая Модель: концептуальная основа и формализация // Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов: монография / ИЭОПП СО РАН – Новосибирск, 2014, С. 23–28.