

Системная диагностика социально-экономических процессов

О расширении спектра моделей системной оценки эффективности проектов развития сетевой транспортной инфраструктуры*

Н.И. Белоусова¹, С.П. Бушанский^{II}, Е.М. Васильева¹, В.Н. Лившиц¹, И.А. Миронова¹

¹ Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия

^{II} Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный экономико-математический институт» Российской академии наук, г. Москва, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований по расширению и актуализации модельных подходов к обеспечению системной оценки эффективности сетевых транспортных проектов. В процессах взаимодействия моделей предусмотрен итеративный обмен информацией, генерируемой за счет обновления декомпозиционных подходов к нелинейной оптимизации развития транспортных сетей при фиксированных и переменных характеристиках топологии сети и объемах спроса на грузовые и пассажирские перевозки. Предложены модификации способов диагностики естественно-монопольных свойств инфраструктурных технологий. Особое внимание уделено моделированию многопродуктовой функции совокупных издержек с включением гедонических факторов, а также построению обобщающих критериальных показателей оценки инфраструктурных проектов в условиях рисков. Разработанные подходы позволят повысить обоснованность выбора вариантов реализации общественно значимых крупных сетевых транспортных проектов.

Ключевые слова: системная оценка эффективности, крупные транспортные проекты, инфраструктурные технологии, диагностика естественно-монопольных свойств, гедонические факторы, нелинейная оптимизация транспортных сетей, генерация ненаблюдаемых данных, критерии оценки, внешние эффекты, риск и неопределенность.

DOI: 10.14357/20790279220201

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-010-00135 «Моделирование оценки системной эффективности развития сетевой инфраструктуры в рамках госрегулирования естественных монополий»).

Введение

Обоснование инвестиционных затрат на развитие инфраструктурных проектов в настоящее время базируется на классической теории эффективности инвестиций, основы которой изложены в соответствующих нормативных документах, программных продуктах и научных трудах [1-10].

В силу многих обстоятельств, связанных с дефицитом инвестиционных ресурсов в стране, с одной стороны, и с технологическими и экономическими особенностями крупных транспортных проектов, прежде всего, сетевых, с другой, представляется необходимым и своевременным существенно развить методическую базу оценки эффективности данных проектов. Основой при этом может служить расширение спектра моделей и методов инвестиционного проектирования, оптимизации нелинейных транспортных сетей, диагностики естественно-монопольных свойств инфраструктурных подсистем. Усиление взаимосвязей моделей указанных групп, обновление их в представленной триаде для учета современных условий российской экономики, уточнение и актуализация при объединении модельных подходов позволят вывести на новый уровень применяемые методы обоснования эффективности управленческих решений в рассматриваемой сфере.

Крупные сетевые транспортные проекты, о которых речь идет в данной статье, представляют инфраструктурные технологии с естественно-монопольным компонентом. Общепринятые подходы к оценке общественной эффективности инвестиций для таких проектов могут быть модифицированы и скорректированы за счет включения в процесс оценки расширенной постановки задачи оптимального развития сети при варьировании составляющих критериальной функции, ограничений на объемы общесетевых инвестиций, учета изменений объемов спроса на инфраструктурные услуги и характера нелинейности затрат на развитие и функционирование сети при фиксированной топологии или переменном ее начертании.

С позиций прикладного системного анализа предлагаемые модельные подходы реализуют также возможности диверсифицированного описания технологии перевозочных процессов в рамках крупных транспортных проектов развития сетевой транспортной инфраструктуры и более детального учета риска и неопределенности.

При этом полезными для разработки и принятия эффективных мер государственного регулирования на транспорте, как показывает критический анализ опыта проведения рыночных реформ (и некоторых положительных сдвигов, и недооцененных послед-

ствий осуществления ошибочных шагов), могут служить дополнительные характеристики, специально предназначенные для выявления и анализа особенностей структуры и организации производства услуг по перевозкам различных видов грузов и пассажиров. Соответствующие модели и методы рассматриваются в теории отраслевых рынков, в том числе в теории естественной монополии, в которой определены подходы к построению наборов специальных характеристик диагностики естественно-монопольных свойств проектируемых сетевых инфраструктурных объектов, причем эти подходы на различных этапах реформ успешно и многократно проходили испытания в процессе принятия управленческих решений в хозяйственной практике разных стран.

В рамках данной статьи изложены важнейшие с позиций обновления и модернизации методической базы системной оценки эффективности проектов развития сетевой транспортной инфраструктуры характеристики каждой группы моделей, составляющей указанную триаду.

1. Подходы к диагностике естественно-монопольных свойств инфраструктурных технологий в контексте системной оценки эффективности развития крупных транспортных сетей

Ключевой задачей при оценке эффективности естественно-монопольных инфраструктурных подсистем можно считать нормативную идентификацию анализируемого объекта. Для ее решения предложены и опробованы авторами в опубликованных ранее результатах многочисленных экспериментов компьютерного моделирования для региональной сети автодорог теоретико-прикладные подходы (в сочетании с модельными и алгоритмическими процедурами проверки) к ответу на принципиальный для системы государственного управления вопрос: имеет ли место факт существования естественной монополии для рассматриваемой транспортной сети (см., например, [11-13]).

Проведенные исследования показали, что, вопреки распространенным представлениям, транспортная сеть не всегда сохраняет свойства естественной монополии. Это существенным образом зависит как от реалий деятельности объектов инфраструктуры, прежде всего, от масштабов и структуры спроса на перевозки, так и от мощности привлекаемого аппарата экономико-математического моделирования технологии перевозок.

Моделирование сетевой инфраструктурной технологии в представляемом авторском подходе базируется, согласно теории, на построении

многопродуктовой функции издержек и тестировании ее на субаддитивность, конструировании специальных моделей и процедур диагностики естественно-монопольных свойств транспортной сети. В прикладном аспекте такое моделирование проводится, чаще всего, на основе доказанного в теории [14] определенного сочетания оценок технологических детерминант/естественно-монопольных индикаторов деятельности (экономии от структуры, экономии от масштаба, динамики средних природных издержек). Существенное значение при моделировании имеет обеспечение информационными потоками взаимосвязанных моделей инвестиционного проектирования и нелинейных моделей оптимизации развития транспортных сетей, модификации которых представлены в п.2.

Актуальные направления включения существующего и развиваемого потенциала теоретических модельных обоснований крупных инвестиционных проектов в рассматриваемых сферах, определяемые учетом естественно-монопольной специфики, преимущественно связаны с:

- усилением возможностей детального рассмотрения значимого для российской экономики и социума сектора, проведения информативного анализа объектов в сферах естественных монополий в процессе их реформирования;
- технологико-экономическим и социально-экономическим обоснованием мер по реструктуризации в рамках нормативного правового регулирования естественных монополий;
- преодолением условий преимущественно «априорной» идентификации естественных монополий, что связывается с переходом в системе обоснований к детализированной и при этом не искажающей сути предмета теоретико-прикладной идентификации, рассматриваемой как необходимое дополнение к законодательной регламентации;
- усилением ориентации управленческих решений в сферах естественных монополий на социальную направленность обоснований и учет социальных рисков;
- формированием оценок диагностики естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных технологий, приближенных к условиям данного места и времени;
- взаимосвязкой оценок параметров инфраструктурных технологий, ориентированных на сетевую оптимизацию, и показателей транспортных сетевых проектов с использованием вариантных расчетов и учетом различных типов рисков.

Общая характеристика группы модельных под-

ходов к построению процедур и алгоритмов диагностики естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных технологий допускает следующее представление. Принимается, что в качестве основных элементов в такую характеристику могут быть включены описания достигнутых результатов анализа, получаемых (частично, полученных ранее) в процессе теоретико-прикладных исследований (в том числе, авторских). Имеются в виду описания: способов моделирования инфраструктурных технологий с использованием многопродуктовых функций совокупных издержек (применительно к детерминированному случаю); тестирования на субаддитивность в системе принимаемых гипотез; построения моделей технологических детерминант, приемлемых для оценки определенных сочетаний динамики отдельных технологических детерминант, причем эти сочетания регламентируются современной теорией естественной монополии, преимущественно, как следствие строго доказанных теорем [14], и допускают содержательную интерпретацию со стороны экспертов рынка инфраструктурных услуг для реального объекта.

В части описания способов моделирования многопродуктовых функций совокупных издержек следует, прежде всего, отметить существенное (в прикладном аспекте) обстоятельство: наличие факторов, учет которых не может считаться пренебрежимо малым и быть просто элиминированным (например, связанных с качеством добываемых исходных данных, многоэкстремальностью оптимизируемых объектных/общесетевых издержек, обусловленной характером нелинейностей затрат при усилении спроса на перевозки и перегруженности сети). В силу этого, при моделировании оптимальной инфраструктурной технологии приходится ограничиваться лишь достаточно хорошим к ней приближением, а, следовательно, иметь дело не с классической по определению функцией издержек, а лишь по сути с квази-функцией.

Соответственно, расширение спектра моделей и методов диагностики естественно-монопольных свойств инфраструктурных подсистем предполагает развитие разрабатываемого инструментария применительно к квази-функциям, причем доказано [15,16], что необходимость учета естественно-монопольной специфики предопределяет использование при моделировании (эконометрическом в большинстве случаев) многообразия конструкций разных функциональных форм, как правило, специальных композитных. В свою очередь, при расширении спектра обсуждаемых и/или намечаемых моделей диагностики порождаются новые требования, связанные с уточнением целесообразной - от-

носителем решаемой задачи - степени детализации представления инфраструктурной технологии, особенностей методических подходов, обусловленных в том числе изменениями в составе учитываемых при оценке факторов, и т.п. Возникают особые модельные подходы, допускающие компромиссы между принятыми ограничениями, и методические приемы, обладающие паллиативным характером, адаптирующимся к ситуационным условиям частичных изменений спроса, принятых значений сетевых параметров типа кружности, связности и т.п. В этой связи представляется интересным пример введения в спектр моделей гедонического подхода (с возможностями включения гедонических факторов и формирования гедонической функции/квази-функции издержек).

Так, при проведении теоретико-прикладной идентификации естественно-монопольных видов деятельности строится функция издержек с возможностями включения гедонических факторов, оцениваются технологические детерминанты и осуществляется проверка на субаддитивность. Соответственно, формируются оценки инфраструктурных технологий с естественно-монопольным компонентом, представляемые через систематизированное описание способов производства товаров/услуг в терминах объемных показателей выпуска производимой продукции и расхода затрачиваемых ресурсов (а не только цен на них, как принято при моделировании, согласно общему определению функций издержек). Соответствующие модельные построения могут быть использованы в расчетах общественной эффективности крупных сетевых транспортных проектов.

Согласно развиваемым авторами данной статьи теоретическим представлениям в рамках современной теории естественной монополии [14,17-21], диагностика естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных технологий с использованием адекватного инструментария, отвечающего специфике объекта и необходимому уровню детализации, непосредственным образом связана с выполнением процедур теоретико-прикладной идентификации естественных монополий – в отличие от априорной идентификации, в значительной мере характерной для российской практики госрегулирования в этих сферах (исходя из отраслевого перечня видов экономической деятельности, представленного в законодательных документах по реформированию российских естественных монополий [22,23]).

В зависимости от отраслевой/подотраслевой специфики перечень гедонических факторов, вводимых в оценочные процедуры идентификации

естественных монополий, может быть различным. Применительно к естественно-монопольным инфраструктурным подсистемам ключевыми специфическими гедоническими факторами, включаемыми в рассмотрение при оценке функции издержек, являются сетевые характеристики, ориентированные на нормативное описание с определением условий оптимизации развития сети [24,25].

Включение гедонических факторов в многопродуктовую функцию совокупных издержек связано с описанием ситуации, когда одни и те же физические объемы выпуска могут достигаться разным сочетанием характеристик, отражающих значительные вариации качественных показателей деятельности и особенности выполняемой работы на тех или иных сегментах отраслевых рынков. Это определяет учет неоднородности технологии на множестве рассматриваемых на отраслевом рынке предприятий и сочетание агрегированных и дезагрегированных способов ее описания, что существенно при моделировании параметров сетевых инфраструктурных технологий на основе функций издержек.

Формирование теоретических и прикладных моделей гедонической функции издержек допускает непосредственное включение дополнительных количественных и качественных характеристик, отражающих особенности деятельности на сетях.

Опыт моделирования гедонических функций издержек с учетом особенностей инфраструктурных технологий (преимущественно зарубежный), прежде всего, связан со сферой грузовых автомобильных перевозок. В части характеристик выполняемой работы при построении функций издержек вводились как данные о грузообороте (в тонно-милях), так и детализированные показатели, рассматриваемые в качестве гедонических факторов и отражающие дифференциацию автомобильных фирм - грузовых перевозчиков по дальности перевозок, размеру отправок, уровню загрузки автомобилей [26].

Известны модификации гедонического подхода путем непосредственного введения в функцию издержек гедонических факторов, отражающих сетевую специфику и особенности наложения корреспонденций на сеть [27]. В качестве гедонических можно включать, например, наборы агрегированных сетевых характеристик: связности сети (которая при заданной сетевой конфигурации измеряется соотношением фактически связанных дуг и максимальным их количеством); кружности маршрутов (измеряемой в тонно-милях превышения грузооборота, которое либо задается регулятором экзогенно, либо формируется эндогенно при выборе перевозчиками

маршрутов); концентрации транспортных потоков как части общего количества звеньев на сети, занятых перевозчиками при распределении потоков (для формируемых оценок и необходимости развития важно, занято лишь несколько звеньев или имеет место «распыление» по всей сети).

Предлагаемые подходы к включению сетевых гедонических факторов опираются на гипотезы, заложенные в формирование многопродуктовых функций совокупных издержек, и исходят из возможности оптимизации параметров технологий, а также взаимосвязей характеристик транспортной сети и технологии перевозок с параметрами транспортного сетевого инвестиционного проекта (включая критерии эффективности инвестиций, объем инвестиций, нормы дисконта и т.п.) [20,25]. В анализ включаются вариации оценок с различной степенью нелинейности сетевых затрат, а также (при экзогенном и эндогенном спросе на грузовые и пассажирские перевозки) с уточнениями маршрутов следования корреспонденций при детализации общесетевого спроса [20].

В прикладном анализе для приближения к оптимальной инфраструктурной технологии, отвечающей определению функции издержек, значимую роль может играть привлечение методов нелинейной сетевой оптимизации транспортных сетей и генерация ненаблюдаемых данных по издержкам (для модели технологии как при экзогенном спросе, т.е. фиксированной шахматной таблице корреспонденций, так и при эндогенном спросе, когда допускаются изменения шахматной таблицы корреспонденций и учитываются детализированные характеристики работы сети по звеньям). Тем самым формируются оценки, которые обеспечивают приемлемое приближение к функции издержек и включение диверсифицированного набора факторов, охватывающих направления эффективной реализации инфраструктурного развития.

Возможности гедонического подхода могут быть расширены применительно к анализу управления рисками, которые возникают вследствие недостаточного учета социальной компоненты структурного реформирования российских естественно-монопольных инфраструктурных подсистем [28] (даже в постулировании стратегических целевых установок структурных реформ, прежде всего, как экономических [23]), ориентации на рост экономической и технолого-экономической эффективности, но не на укрепление социального статуса (например, как общественного перевозчика) и т. п.

Значимые социальные риски реализации мероприятий по реструктуризации естественных монополий, проявившиеся в процессе структурных

реформ – это риски, связанные с высвобождением занятых по различным видам основной и неосновной деятельности, динамикой изменения цен доступа к инфраструктуре и др.

Уточнение условий реализации сетевых транспортных проектов, в том числе, крупных инфраструктурных, имеющих особую общественную значимость, определение мер по снижению рисков с включением оценок общественной эффективности [25] возможно в итеративном режиме информационного и модельного взаимодействия указанных типов моделей. При этом формирование альтернативных вариантов оценок включает детализированный учет различных типов внешних эффектов (экстерналий), в том числе, экономических, социальных и прочих [29].

Расширение спектра применяемых подходов в связи с использованием теоретических моделей функции издержек возможно в направлении усиления социальной составляющей формируемых оценок [28,30], в том числе, в части включения в процедуры теоретико-прикладной идентификации структурированного набора факторов, специфичных для инфраструктурных подсистем.

Гедонические факторы, отражающие не только и не столько средства достижения целей, но и ценностные установки, могут рассматриваться как значимая часть социально ориентированных оценок, связанных с анализом социально-экономической эффективности проводимых мероприятий по структурному реформированию, включая разделение инфраструктурных предприятий по видам экономической деятельности с выделением собственно естественно-монопольных видов.

Введение гедонических факторов в многопродуктовую функцию совокупных издержек, прежде всего, позволяет дать дескриптивное описание ситуации, когда расширяются возможности социального выбора в части вариантов средств достижения, например, при детализации заданного общесетевого объема спроса за счет вариации потребительских предпочтений по направлениям и потребительским свойствам продукции.

Соответственно, при построении теоретико-прикладных моделей диагностики учитываются направления структуризации гедонических факторов с выделением дескриптивного и нормативного описания и ориентацией на средства достижения и ценностные приоритеты [30].

В рамках рассматриваемых теоретических подходов применительно к сетевым инфраструктурным технологиям и проектам выделяются подходы к оценке сетевых синергетических эффектов [19], ограничивающих возможности изолированных оце-

нок и определяющих необходимость включения в систему обоснований их взаимосвязанных сочетаний.

2. Модели нелинейной оптимизации транспортных сетей в контексте системной оценки эффективности крупных инфраструктурных проектов

С позиций общества критерий оценки эффективности крупномасштабного инфраструктурного проекта должен быть построен исходя из следующих принципов:

- учет ограниченности всех видов ресурсов, требующихся для реализации проекта, возможности их использования иным способом, например, в другом проекте;
- рассмотрение средств, получаемых в ходе реализации проекта, как инструмента наращивания общественной прибыли проекта за счет повторного инвестирования в данный (или другой) проект, ценные бумаги, хранения средств на депозите в банке и т.д.;
- одинаковая значимость затрат и результатов проекта, относящихся как к его непосредственным участникам, так и к экономическим субъектам, не имеющим к нему прямого отношения.

В соответствии с данными принципами в [6,7] был предложен критерий оценки эффективности общественно значимого проекта в виде величины реальной общественной прибыли в конце расчетного периода проекта, составленного из времени его реализации и обоснованно выбранного срока функционирования созданных основных средств. Эта величина определяется как алгебраическая сумма наращенного к концу расчетного периода проекта дохода (с учетом оптимального использования получаемых доходов в течение этого срока) и приведенной к тому же моменту упущенной выгоды от возможного альтернативного вложения инвестиций, выделенных на проект.

В соответствии с данным определением значение критерия «реальная общественная прибыль» рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned}
 \text{РОП}_i = & \sum_{n=0}^N \left[\varphi_{n+}^{\text{внут}} \times (1 + d_n^i)^{t_N - t_n} + \right. \\
 & \left. + \varphi_{n-}^{\text{внут}} \times (1 + E_n)^{t_N - t_n} + \varphi_{n+}^{\text{внеш}} \times \right. \\
 & \left. \times (1 + d_n^i)^{t_N - t_n} + \varphi_{n-}^{\text{внеш}} \times (1 + E_n)^{t_N - t_n} + (1) \right. \\
 & \left. + \left(\Delta D_n^{\text{кб}} + \Delta D_n^{\text{нас}} + O_n^{\text{соц}} + O_n^{\text{экол}} \right) \times \right. \\
 & \left. \times (1 + \beta)^{t_N - t_n} \right] > 0 \\
 \varphi_{n+}^{\text{внут}} = & R_n^{\text{внут}} - C_n^{\text{внут}} ; \quad (2)
 \end{aligned}$$

$$\varphi_{n-}^{\text{внут}} = C_n^{\text{внут}} - R_n^{\text{внут}} ; \quad (3)$$

$$\varphi_{n+}^{\text{внеш}} = R_n^{\text{внеш}} - C_n^{\text{внеш}} ; \quad (4)$$

$$\varphi_{n-}^{\text{внеш}} = C_n^{\text{внеш}} - R_n^{\text{внеш}} , \quad (5)$$

где РОП_i – реальная общественная прибыль проекта, рассчитанная при i -ом сценарии использования средств, полученных в ходе реализации проекта; $\varphi_{n+}^{\text{внут}}, \varphi_{n-}^{\text{внут}}$ – эффекты и затраты (потери), соответственно, непосредственных участников проекта в году n ;

$\varphi_{n+}^{\text{внеш}}, \varphi_{n-}^{\text{внеш}}$ – эффекты и затраты (потери) экономических субъектов, не участвующих в проекте, связанные с реализацией проекта (внешние эффекты) в году n ;

$R_n^{\text{внут}}, C_n^{\text{внут}}$ – притоки и оттоки, соответственно, денежных средств участников проекта в году n ;

$R_n^{\text{внеш}}, C_n^{\text{внеш}}$ – притоки и оттоки, соответственно, денежных средств экономических субъектов, не участвующих в проекте, связанные с реализацией проекта в году n ;

$\Delta D_n^{\text{кб}}$ – прирост доходов консолидированного бюджета Российской Федерации в связи с реализацией проекта в году n ;

$\Delta D_n^{\text{нас}}$ – прирост доходов населения в связи с реализацией проекта в году n ;

$O_n^{\text{соц}}$ – оценка социальных последствий реализации проекта в году n ;

$O_n^{\text{экол}}$ – оценка влияния реализации проекта на окружающую среду в году n ;

N – продолжительность расчетного периода проекта;

d_n^i – доходность обобщенного депозита по i -му сценарию использования средств, полученных в ходе реализации проекта, принимаемая для года n ;

β – единая ставка компаундирования для приведения стоимостных оценок к концу расчетного периода проекта;

E_n – ставка компаундирования, принимаемая для года n .

Модель, основанная на расчете реальной общественной прибыли, учитывает внешние эффекты, не оказывающие влияния на стоимостные показатели экономической деятельности участников проекта и, соответственно, не находящие отражения в их затратах и результатах, и позволяет с максимальной адекватностью учесть влияние фактора времени, поскольку устанавливает зависимость реальной общественной прибыли от динамики ключевых характеристик внутреннего и внешних финансовых рынков (валютных курсов, ставок налогов, ставок по кредитам и депозитам, ключевой

ставки, доходности ценных бумаг и т.д.), уровня инфляции в России и за рубежом, уровня цен на основные виды ресурсов, тарифов инфраструктурных отраслей и их динамики в краткосрочном, средне- и долгосрочном периодах.

При моделировании критерия эффективности развития крупной транспортной сети в прикладном аспекте представленная модель в ее общем виде нуждается в корректировке по нескольким причинам. Во-первых, для данного случая она «перегружена» характеристиками конкретных внешних эффектов и излишне детализирована. Во-вторых, в социальные последствия должны быть включены и эффекты, не влияющие на общественное благосостояние в будущем, например, неденежные выгоды, которые нельзя инвестировать. В третьих, необходима модификация критериальной функции и/или отдельных составляющих оценки эффективности для корректного анализа динамики взаимосвязей параметров сетевого проекта с оценками естественно-монопольных свойств рассматриваемого инфраструктурного объекта. Опыт компьютерного моделирования показывает, что подобный сопоставительный анализ в соответствующих задачах диагностики представляет значительный интерес.

В целях приближения при моделировании к оптимальной инфраструктурной технологии в прикладном аспекте существенным является привлечение методов нелинейной сетевой оптимизации. В разработанных моделях [19,20] генерируются ненаблюдаемые значения оптимальных издержек с учетом детальных характеристик работы сети по ее звеньям. В итоге формируется функция издержек, сочетающая агрегированное (для сети в целом) и дезагрегированное описание оптимальной технологии.

Внешние, не оплачиваемые пользователями и не входящие в состав затрат хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих сеть, издержки транспорта укрупненно разделяют на социальные (ущерб от аварий), экологические (загрязнение атмосферы, водных ресурсов, почвы, усиление шумовой нагрузки, изменение ландшафта и др.), инфраструктурные (затраты на создание, реконструкцию и ремонт транспортной инфраструктуры) [31,32].

К внешним выгодам относят внутранспортный эффект – выгоды «третьей стороны» и пользователей транспортной сети [33-35], не учтенные в экономии издержек на перевозки.

В традиционном проектном анализе налоговые поступления обычно рассматриваются как трансферты, плата «из кармана в карман», которая не приводит к созданию дополнительных ценностей и не отражает затраты ресурсов. Разрабатываемая кон-

цепция реальной общественной прибыли (реальных чистых выгод) предполагает, что общественная предельная ценность бюджетных стоимостных потоков, порождаемая развитием сети, может отличаться от единицы и зависит от ее использования.

В отличие от социальных и экологических внешних издержек, учет внутранспортного эффекта и бюджетных экстерналий требует корректировки моделей генерации ненаблюдаемых данных, основой которых являются алгоритмы решения декомпозиционных подзадач распределения потоков по сети и поиска лучших мероприятий развития звеньев сети при бюджетных ограничениях.

Для приближенной корректной оценки внутранспортного эффекта требуется модификация алгоритма решения задачи выбора лучших мероприятий, а именно: детализация транспортных потоков на звеньях по корреспонденциям.

Для расчета бюджетных внешних эффектов все моделируемые бюджетные расходы разделены на три группы: инвестиции в развитие сети, расходы на ремонт транспортной инфраструктуры, расходы вне моделируемой сети. Расходы на ремонт считаются обязательными. Остаток выделенных бюджетных средств направляется на строительство и реконструкцию звеньев сети. Эффект от их расходования определяется в процессе поиска оптимального решения. Источниками финансирования являются заданные и эндогенные бюджетные средства, зависящие от заданных «норм» отчислений от пользовательских выгод, а также частные инвестиции, которые могут быть привлечены за счет бюджетных выплат будущих периодов.

Выгоды от изменения бюджетных потоков оцениваются исходя из допущения о рациональности бюджетной политики, направленной на максимизацию общественного эффекта и некоторое выравнивание общественной предельной ценности бюджетных и частных средств. Это достигается тем, что, в случае жесткой ограниченности бюджетных средств, привлекаются частные средства.

Для учета эндогенных бюджетных ограничений декомпозиционная подзадача выбора мероприятий разбивается на две: отбора вариантов мероприятий без учета привлечения частных средств по критерию дифференциальной общественной доходности чистых бюджетных расходов и перераспределения бюджета по годам расчетного периода за счет привлечения частных инвестиций. В последней подзадаче учитывается дифференциальная (по годам) предельная ценность бюджетных инвестиций и плата за «перераспределение» (за использование частных средств в более ранний период).

Динамическую оптимизационную задачу можно разбить на статические подзадачи (сечения), если их оптимальные решения не будут противоречить ограничениям исходной [36].

Для учета внешних издержек критерий оптимизационной статической подзадачи модифицируется следующим образом:

$$(1 + \Delta E_1 k_1^{\text{б}}) \left(\sum_{u,h,q,k} k_{hq}^{\text{н}} X_{uhq} \hat{f}_{uhk}(X_{uh}) \eta_{uk} + \sum_{u,h,k} X_{uh} f_{uhk}(X_{uh}) \eta_{uk} \right) + E \sum_{u,k} k_{uk}^{\text{ип}} f_{uk}^{\text{н}}(X_u) \eta_{uk} + \Delta E_2 (\sum_{u,k} k_{2uk}^{\text{б}} f_{uk}^{\text{н}}(X_u) \eta_{uk} - I) \rightarrow \min_{X,n}, \quad (6)$$

где X_{uhq} – эндогенный поток вида h на звене u корреспонденции q ; правила формирования объемов корреспонденций могут быть различными, но для исследования естественно-монопольных свойств сети принято допущение, что суммарный объем спроса на поездки (объем корреспонденций) является экзогенным;

X_u – искомый вектор, элементами которого являются значения интенсивности транспортного потока на звене u по видам h , X_{uh} ;

η – искомый вектор технического состояния (уровня развития) звеньев, элементами которого являются булевы переменные η_{uk} ; $\eta_{uk} = 1$, если звено u находится в состоянии k и нулю в противном случае; для любого u должно иметь место соотношение $\sum_k \eta_{uk} = 1$.

f_{uhk} – функция удельных затрат на перемещение по элементу сети u при уровне его развития k , основные составляющие которых: пользовательские затраты, \hat{f}_{uhk} , расходы на ремонт и содержание звена, а также экологический и социальный ущерб и прочие транспортные экстерналии;

$f_{uk}^{\text{н}}$ – функция общественных капиталовложений, необходимых для достижения технического состояния k звена u ;

$k_{hq}^{\text{н}}$ – внетранспортные экстерналии для корреспонденции q и потока вида h , на единицу пользовательских затрат;

$k_{uk}^{\text{ип}}$ – экзогенный коэффициент приведения капиталовложений к текущему году;

E – общественная норма дисконта.

ΔE_1 – разность между альтернативной стоимостью бюджетных средств и общественной нормой дисконта в рассматриваемый год периода эксплуатации;

ΔE_2 – аналогичная разность в период строительства, приведенная к текущему году;

$k_1^{\text{б}}$ – укрупненное отношение бюджетных стоимостных потоков к общественным;

$k_{2uk}^{\text{б}}$ – доля бюджетных стоимостных оттоков в общественных капиталовложениях;

I – эндогенные привлеченные инвестиции; разность между суммарными бюджетными расходами и привлеченными инвестициями не должна превышать экзогенный объем бюджетных инвестиций для сети в целом.

Принимается допущение, что для крупных проектов соотношение бюджетных и общественных притоков постоянно и, соответственно, может быть спрогнозировано на основе статистических макро- и мезо- (в разрезе отраслей) показателей. На микроуровне это не так, в частности, из-за акцизов на ГСМ, поступления от которых тем выше, чем выше расходы на ГСМ, причем ставки акцизов известны. Однако по элементам зависимость бюджетных потоков трудно оценить из-за таких составляющих как стоимостные затраты времени в пути, влияние которых на бюджетные потоки носит крайне неопределенный характер. В долгосрочной перспективе плохо предсказуемы и изменения ставок налоговых отчислений.

В декомпозиционной подзадаче верхнего уровня (теоретическое обоснование алгоритма см. в [36]) требуется выбрать наилучший вариант развития для каждого звена сети из множества допустимых дискретных альтернатив для статического сечения.

На каждой итерации в декомпозиционной подзадаче нижнего уровня порция потоков ΔX_{uhq} распределяется по кратчайшему маршруту: в случае пользовательского равновесия – по средним пользовательским издержкам, а в случае системного равновесия – по предельным (приростным) системным издержкам.

3. Возможности преодоления информационной недостаточности в контексте системной оценки эффективности проектов развития сетевой транспортной инфраструктуры

Для крупного транспортного проекта по развитию сети детерминированный характер параметров критерия оптимизации неизбежно вступает в противоречие с отсутствием полной и точной информации о проекте, связанном с некоторыми специфическими особенностями создаваемых объектов: инфраструктурным (обслуживающим) характером, сетевой структурой, крупномасштабностью, долговременностью и рядом других [6,7]. Речь идет о неопределенности значений как внутренних характеристик проекта, так и внешних,

связанных с хозяйствующими субъектами и физическими лицами, не участвующими в проекте. В контексте приводимой выше модели это: размеры потоков, удельные затраты (пользовательские и другие), инфраструктурные затраты, внетранспортные экстерналии.

Инфраструктурный (обслуживающий) характер развиваемого объекта (транспортной сети) ведет к объективной тесной зависимости параметров проекта от спроса на транспортные услуги со стороны владельцев грузов и пассажиров. Составить прогноз этого спроса на относительно длительную перспективу, если речь идет о крупных сетевых транспортных проектах, технологически сложно, поскольку он затрагивает деятельность многих экономических субъектов, причем не только на территории влияния проекта. Возможный выход для разработчиков и экспертов проекта – это оценочные прогнозы на основании прогнозов развития экономики региона (регионов) и предполагаемой динамики социально-демографических процессов, если речь идет о пассажиропотоке [9,10].

В мировой практике осуществления крупномасштабных транспортных проектов немало примеров переоценки прогнозного грузопотока и/или пассажиропотока на создаваемом инфраструктурном объекте, приведшей в итоге к его оперативной убыточности, а иногда и к закрытию и консервации.

Из обслуживающего характера вытекает невозможность перепрофилирования созданных основных фондов, использования их для иных целей, что позволило бы окупить инвестиционные затраты. Если построить, например, железнодорожную ветку, которая не будет эксплуатироваться ввиду отсутствия спроса на железнодорожные перевозки в данном регионе, ее нельзя продать или реконструировать под выполнение других функций. Чаще встречаются менее «экстремальные» ситуации, когда реально востребованный объем перевозок существенно меньше запланированного.

Неопределенность информации объективно присуща транспортным проектам, реализуемым на сети, в связи с наличием трудно уловимого априори и проявляющегося в процессе реализации проекта и после его окончания синергического эффекта взаимодействия и взаимовлияния друг на друга отдельных звеньев создаваемой или реконструируемой сети, причем как в части распределения потребности в перемещении, реального перемещения, так и в части необходимых прогнозируемых работ и затрат.

Крупномасштабность и долговременность, как факторы неопределенности, проявляются в

невозможности точного предсказания социально-экономических и экологических последствий реализации проекта для относительно больших территорий, неизбежности существенного воздействия проекта на окружающую среду, увеличении вероятности отказов оборудования, аварий, зависимости проекта от экономических (колебания рыночной конъюнктуры, цен, валютных курсов и т.п.) и социально-политических изменений в стране или регионе, включая нестабильность законодательства, нормативного правового регулирования.

Одним из путей преодоления информационной недостаточности в контексте системной оценки эффективности крупных сетевых транспортных проектов, на наш взгляд, может быть аргументированный, а главное, доступный и реально реализуемый алгоритм учета рисков в расчетах эффективности по представленным выше формулам.

Подчеркнем, что общепризнанные, установленные в классической теории оценки эффективности инвестиционных проектов, способы учета риска инвестиционного проекта – с помощью корректировки ставки дисконтирования, сценарного подхода и другие – в данном случае применить сложно [1-3,5,8].

Это обусловлено целым рядом соображений и обстоятельств. Так, включать в ставку дисконтирования премию за риск, не располагая детальной информацией о самом проекте и не имея возможности обосновать размер указанной премии, представляется нецелесообразным. Корректировать ставку дисконтирования с поправкой на риск допустимо лишь в тех случаях, когда есть уверенность в точности значений притоков и оттоков, которые по выбранной ставке будут дисконтироваться.

«Классический» сценарный подход – описание некоторого детерминированного множества возможных сценариев реализации проекта, определение вероятности каждого из них и расчет величины критерия как ожидаемой – в случае оценки эффективности сетевого транспортного проекта с одновременным выбором оптимального варианта развития сети методами нелинейной сетевой оптимизации также не применим.

Предлагаемый алгоритм разрешения противоречия между неопределенной природой реальных параметров крупного проекта на транспортной сети и детерминированностью величин, заложенных в модель расчета критерия его оптимизации, основан на специально формируемой процедуре анализа рискованности проекта.

Все типы рисков в конечном счете выражаются в превышении затрат на развитие сети и/или на текущее финансирование при ее эксплуатации, а

также в сокращении доходов по сравнению с ожидаемыми из-за изменений в объемах оказываемых транспортных услуг или тарифах на них.

Для оценки рискованности крупного сетевого транспортного проекта предлагается два варианта: – суммарная оценка рисков путем пересчета исходных параметров для условий «худшего» сценария реализации проекта; – проверка уровня устойчивости проекта применительно к конкретным рискам, актуальным именно для данного проекта.

Оба варианта исходят из предположения, что в проектные материалы закладываются базовые значения основных исходных параметров, максимально точно описывающие предмет оценки на данный момент и при этом уровне информационной обеспеченности проектировщиков и экспертов проекта. Иногда их называют средними значениями параметров проекта, но это принципиально не так. Средние могут быть рассчитаны исходя из некоего набора значений, или максимально и минимального значения, чего в общем случае явно быть не может. Это не исключает наличия параметров, для которых указаны пределы варьирования. Для них базовые значения равнозначны средним.

Если значения каких-либо параметров даны с указанием вероятности события, при котором они имеют место, оценка параметров производится с учетом этих вероятностей. Возможны также параметры, значения которых устанавливаются соответствующими соглашениями/договорами (например, договоренностью о поставке сырья или готовой продукции по определенной цене или о распределении прибыли в определенных пропорциях).

В расчет базового денежного потока проекта закладываются показатели базовых прогнозных вариантов динамики цен, уровня инфляции, курсов валют и других финансовых параметров, установленных в документах, закрепляющих перспективную экономическую политику государства (например, прогноз Минэкономразвития России на кратко- и среднесрочную перспективу).

Основная идея первого подхода заключается в определении негативных с точки зрения выбора варианта развития сети факторов внутри проекта и во внешней среде, анализе и учете их возможного влияния на основные исходные параметры проекта. Потенциальные расходы при этом рассчитываются с учетом рисков, связанных с изменением применяемых технологий строительства, ростом цен на основные ресурсы, изменениями на рынке ценных бумаг. Обязательно учитываются расходы на страхование и реновацию окружа-

ющей среды, а также резерв денежных средств на случай непредвиденных расходов или поступления выручки в неполном объеме (в частности, в этих целях может быть увеличена потребность в заемных средствах).

Необходимость резерва денежных средств обусловлена, например: возможными ошибками проектировщиков при оценке затрат на строительные работы, приобретение и монтаж оборудования и т.п.; пересмотром проектных решений в ходе строительства; неполнотой информации о технологии и организации строительных работ и о процессе освоения вводимых мощностей; непредвиденными задержками платежей за оказанные услуги и т.п.

Цены на основные ресурсы, уровень инфляции, динамика доходности обобщенного депозита при реализации первого варианта принимаются на уровне пессимистических прогнозов авторитетных российских и международных организаций.

При выборе второго варианта оценки риска проекта рассчитывается оптимальный вариант развития сети для каждого конкретного риска, присутствующего проекту.

Набор рисков формируется в соответствии с общественными представлениями, подтвержденными квалифицированными экспертными оценками, о возможных рисках данного конкретного проекта. В частности, в практических расчетах для сетевых транспортных проектов могут рассматриваться: риски появления конкурирующих способов обеспечения транспортных услуг на сети в целом или ее отдельных участках; риски появления ограничений деятельности участников проекта или экономических субъектов, генерирующих спрос на услуги инфраструктуры (санкции, карантины, таможенные войны и т.д.); риски изменения разного рода норм и правил, в том числе международных.

В качестве конкретных рисков, присущих практике реализации крупных проектов на сетевой транспортной инфраструктуре, можно привести, например, следующие:

- риск прекращения проекта расширения портовой инфраструктуры при развитии автомобильной сети региона для экспортных поставок грузов;
- риск введения санкций, связанных с прекращением поставок специального оборудования для прокладки тоннелей в ходе развития автомобильной или железнодорожной сети;
- риск прекращения добычи или отказа от разработки новых месторождений, которые предполагались главными поставщиками грузов для развиваемой транспортной сети на рассматриваемых проектом территориях;

– риск «провала» проектов в сфере развития туризма в регионе развития сети, на пассажиропотоки которого были рассчитаны исходные параметры развиваемой транспортной сети.

Установленному риску проекта ставится в соответствие уровень изменения зависящих от него основных исходных внутренних и внешних параметров проекта и рассчитывается вариант развития транспортной сети. Для принятия решения по развитию транспортной сети сравниваются и анализируются полученные результаты расчетов: вариант развития сети с параметрами по «худшему» сценарию, варианты развития сети в случае реализации каждого из выбранных рисков и базовый вариант, рассчитанный по исходным данным проекта без учета рисков. Цель такого сравнения – сознательный выбор варианта развития сети с учетом недостатка информации и ее объективно обусловленной неопределенности.

Заключение

Предлагаемое расширение спектра модельных подходов к системной оценке эффективности крупных сетевых транспортных проектов базируется на использовании модифицированного критерия «реальная общественная прибыль» с учетом рисков и методов диагностики естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных технологий с включением процедур оптимизации развития транспортных сетей, предназначенных для учета сетевой естественно-монопольной специфики.

В процессы итеративного взаимодействия моделей включаются потоки экзогенной и эндогенной информации, используемой при генерации ненаблюдаемых данных за счет оптимизации развития транспортных сетей и, далее, при диагностике естественно-монопольных свойств инфраструктурных технологий и оценке обобщающих критериальных показателей инфраструктурных проектов в условиях рисков.

Предлагаемые подходы позволят повысить обоснованность выбора эффективных вариантов реализации крупных транспортных сетевых проектов, в том числе, в части строительства дополнительных и/или дублирующих звеньев сети, усиления связности сети и т.п. с включением оценок степени близости фактических значений и характеристик оптимальной сетевой инфраструктурной технологии; оценок режимов перегруженности сети (резкого нелинейного роста издержек на эксплуатацию и развитие сети при растущем спросе на перевозки) при фиксированной топологии; оценок влияния динамики ресурсных факторов (инвестиций и др.) и спроса на параметры

сетевой инфраструктурной технологии через затратные эластичности и оценки естественно-монопольных индикаторов деятельности.

Литература

1. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: ПолиПринтСервис. 2015. 1300 с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Официальное издание. Вторая редакция (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21.06.1999 № ВК 477). М.: Экономика. 2000. 439 с.
3. Виленский П., Лившиц В., Смоляк С., Шахназаров А. О методологии оценки эффективности реальных инвестиционных проектов // Российский экономический журнал. 2006. № 9-10. С. 63-73.
4. Лившиц В.Н., Миронова И. А., Швецов А.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов в различных условиях // Экономика в промышленности. 2019. Т. 12. №1. С. 29-43.
5. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности (теория ожидаемого эффекта). М.: Наука. 2002. 186 с.
6. Livchits V., Mironova I., Tischenko T., Frolova M., Shvetsov A. Special Features of Evaluating the Efficiency of Large-scale Infrastructure Network Projects / Proceedings of the 13th International Conference “Management of Large-Scale System Development” (MLSD). Moscow: IEEE. 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9247826>.
7. Livchits V., Mironova I., Tischenko T., Frolova M., Shvetsov A. Risk Accounting in Calculations of Public Efficiency of Large-scale Infrastructure Projects / Proceedings of the 14th International Conference “Management of Large-Scale System Development” (MLSD). Moscow: IEEE. 2021. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9600112>.
8. Виленский П.Л., Лившиц В.Н. Эффективность инвестиционных проектов // Аудит и финансовый анализ. 2000. №3. С. 7-138.
9. Миронова И.А., Тищенко Т.И. Системная оценка эффективности проектов развития железнодорожного транспорта // Труды ИСА РАН. 2018. Т. 68. Вып. 3. С. 99-108.
10. Миронова И.А., Тищенко Т.И. О методологии оценки рисков при расчете общественной эффективности крупномасштабных инфраструктурных проектов // Российский экономический журнал. 2021. №2. С. 45-57.

11. Информационная технология синтеза сложных сетевых структур нестационарной российской экономики: модели, алгоритмы, программная реализация/ Н.И.Белоусова, С.П. Бушанский, Е.М. Васильева, В.Н.Лившиц, Э.И.Позамантир //Аудит и финансовый анализ. 2008. Вып.1. С. 50-88.
12. Белоусова Н.И., Васильева Е.М., Лившиц В.Н. Модели идентификации естественных монополий и государственного управления ими (возможности расширения классической теории) // Экономика и математические методы. 2012. Т.48. №3. С. 64-78.
13. Белоусова Н.И., Бушанский С.П., Васильева Е.М., Васильев В.Б. Естественно-монопольные свойства транспортных сетей: многопродуктовые модели диагностики// Аудит и финансовый анализ. 2018. Вып. 2. С. 129–147.
14. Baumol W.J., Panzar J.C., Willig R.D. Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. N.Y.: NBJ. 1982. 497 p.
15. Pulley L.B. A composite cost function for multiproduct firms with an application to economies of scope in banking [Text]/L.B. Pulley, Y.M. Braunstein // The Review of Economics and Statistics. 1992. V. 74. P. 221-230.
16. Roller L.H. Proper quadratic cost functions with an applications to the Bell System [Text] / L.H. Roller // The Review of Economics and Statistics. 1990. V.72. P. 202-210.
17. Белоусова Н.И., Васильева Е.М. Естественно-монопольные индикаторы деятельности: теоретические и прикладные аспекты анализа // Труды ИСА РАН. 2018. Т.68. Вып. 3. С. 69-82.
18. Белоусова Н. И., Васильева Е. М. Диагностика свойств сетевых инфраструктурных технологий в реформируемой системе госрегулирования российских естественных монополий // Российский экономический журнал. 2019. №3. С. 25-35.
19. Диагностика транспортных сетей как естественных монополий во взаимосвязи с характеристиками сетевого проекта / Н. И. Белоусова, С.П. Бушанский, Е.М. Васильева, В.Б. Васильев // Труды ИСА РАН. 2020. Т. 70. Вып. 4. С. 3-15.
20. Белоусова Н. И., Бушанский С.П., Васильева Е. М. Оценка параметров инфраструктурных технологий в условиях реформы госрегулирования российских естественных монополий // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т.19. Вып.4. С. 663–682.
21. Белоусова Н. И., Васильева Е. М. О подходах к оценке инфраструктурных технологий с включением гедонических факторов и условий рисков // Системное моделирование социально-экономических процессов: Труды 44-й Межд. научн. школы-семинара (Воронеж, 4–9 октября 2021). Воронеж: Изд-во «Истоки». 2021. С. 75-78.
22. О естественных монополиях: Федеральный закон РФ № 147-ФЗ от 17.08.1995 (с изменениями и дополнениями).
23. Основные положения структурной реформы в сферах естественных монополий: Указ Президента РФ от 28.04.1997. №426.
24. Белоусова Н. И., Васильева Е. М. Об использовании гедонического подхода при моделировании сетевых инфраструктурных технологий / Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем: сборник научных трудов XIII Всероссийской с межд. участием школы-симпозиума (Симферополь-Судак, 14–27 сентября 2019). Симферополь: ИП Корниенко А.А. 2019. С. 38-42.
25. Белоусова Н. И., Васильева Е. М., Лившиц В. Н., Миронова И. А. Концептуальные основы моделирования оценки системной эффективности развития сетевой транспортной инфраструктуры // Труды ИСА РАН. 2021. Т. 71. Вып. 1. С.10–21.
26. Spady R.H., Friedlander A.F. Hedonic Cost Functions for the Regulated Trucking Industry // Bell Journal of Economics. 1978. 9(1). P. 159-179.
27. Wang Chiang S.J., Friedlander A.F. Output Aggregation, Network Effects, and the Measuring of Trucking Technology // Review of Economics and Statistics. 1984. 66 (2). P. 267-276.
28. Белоусова Н. И. О социальной составляющей системной оценки структурных преобразований в сферах естественных монополий // Сетевое научно-исследовательское периодическое издание «Хроноэкономика». <http://hronoecomics.ru/> 2020, март. №2(23). Круглый стол: творческое наследие академика Российской академии наук Д.С. Львова. С. 13-18.
29. Миронова И. А. Оценка внешних эффектов в расчетах общественной эффективности крупных инвестиционных проектов строительства и реконструкции участков железной дороги // Аудит и финансовый анализ. 2013. №4. С. 200-217.
30. Белоусова Н. И. О включении гедонических факторов в оценки структурных преобразований в сферах естественных монополий // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: Труды Юбилейной XX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (Симферополь-Гурзуф,

- 11–13 ноября 2021). Симферополь: Издательский дом КФУ. 2021. С. 10-12.
31. Handbook on the external costs of transport. CE Delft et al. 2019.
 32. Sustainable Transport Infrastructure Charging and Internalisation of Transport Externalities: Main Findings, CE Delft et al. 2019.
 33. *Vickerman R.* Wider impacts of megaprojects: Curse or cure? // In B. Flyvbjerg (Ed.), The Oxford handbook of megaproject management. Oxford: Oxford University Press. P. 389–405.
 34. Contribution of transport to economic development: International literature review with New Zealand perspectives. New Zealand Government, Ministry of Transport. 2014.
 35. *Гусейналиев В.А.* Анализ существующих методов оценки внедорожного эффекта от реализации дорожных проектов // Вестник МАДИ (ГТУ). Вып. 7. 2006.
 36. *Васильева Е.М., Левит Б.Ю., Лившиц В.Н.* Нелинейные транспортные задачи на сетях. М.: Финансы и статистика. 1981.

Белюсова Наталия Ивановна. Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник. Доктор экономических наук. Количество печатных работ: более 170 (в т.ч. 7 монографий). Область научных интересов: естественные монополии, структурное реформирование, межрегиональный анализ, теоретические модели госрегулирования, конкурентоспособные рынки, индикаторы стратегического развития, методология системной оценки. E-mail: natabel.52@mail.ru; belousova@isa.ru

Бушанский Сергей Петрович. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Центральный экономико-математический институт» Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), г. Москва, Россия. Старший научный сотрудник, кандидат экономических наук. Количество печатных работ: более 40 (в т.ч. 3 монографии). Область научных интересов: разработка и модификация методов построения оптимальных транспортных сетей, исследование методологических и методических проблем обоснования крупных инфраструктурных проектов, моделирование процессов принятия решений в системе государственного проектирования. E-mail: ergr190@rambler.ru

Васильева Елена Михайловна. Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник. Доктор экономических наук. Количество печатных работ: более 180 (в т.ч. 10 монографий). Область научных интересов: оптимизация транспортной сети, моделирование многопродуктовой функции совокупных издержек, идентификация естественной монополии, оценка динамики инфраструктурных технологических детерминант. E-mail: vas10081946@gmail.com; vasileva@isa.ru

Лившиц Вениамин Наумович. Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия. Главный научный сотрудник. Доктор экономических наук, профессор. Количество печатных работ: около 500 (в т.ч. более 50 монографий). Область научных интересов: экономика, транспорт, энергетика, математика, инвестиции, анализ и оценка эффективности инвестиционных проектов. E-mail: livchits@isa.ru

Миронова Инна Алексеевна. Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия. Главный специалист. Кандидат экономических наук. Количество печатных работ: более 50 (в т.ч. 1 монография). Область научных интересов: теория оценки эффективности инвестиционных проектов. E-mail: makbat@mail.ru

On expanding the spread of models spectrum of system assessment project efficiency of the network transport infrastructure*

N.I. Belousova¹, S.P. Bushansky^{II}, E.M. Vasilieva¹, V.N. Livchits¹, I.A. Mironova¹

¹ Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

^{II} Central Economics and Mathematics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The results of researches on expansion and update of model approaches to providing the system efficiency assessment of network transport infrastructure projects are represented. In frame of model information interrelations iterative data exchange is provided by means updated decomposition algorithms for nonlinear optimization of transport network and flows assignment subject to fixed or variable demand on cargo and passenger transportations. There are proposed the modified procedures of diagnostics of natural monopoly properties of infrastructure network technologies. Special attention is paid to modeling total multiproduct cost function with hedonic factors and to forming generalizing criteria of assessment for infrastructure projects under risks. Elaborated approaches will increase the validity of choice of implementation for major socially significant network transport project.

Keywords: *system efficiency assessment, major transport projects, infrastructure technology, diagnostics of natural-monopoly properties, hedonic factors, nonlinear optimization of transport network, generating unobservable data, assessment criteria, externalities, risk and uncertainty*

DOI: 10.14357/20790279220201

References

1. *Vilenskij P.L., Livshic V.N., Smolyak S.A.* Ocenka effektivnosti investicionnyh proektov. Teoriya i praktika. M.: Poli Print Servis. 2015. 1300 p.
2. Metodicheskie rekomendacii po ocenke effektivnosti investicionnyh proektov. Oficial'noe izdanie. Vtoraya redakciya (utv. Minekonomiki RF, Minfinom RF i Gosstroem RF ot 21.06.1999 № VK 477). M.: Ekonomika. 2000. 439 p.
3. *Vilenskij P., Livshic V., Smolyak S., Shahnazarov A.* O metodologii ochenki effektivnosti real'nyh investicionnyh proektov // Rossijskij ekonomicheskij zhurnal. 2006. № 9-10. P. 63-73.
4. *Livshic V.N., Mironova I. A., Shvecov A.N.* Ocenka effektivnosti investicionnyh proektov v razlichnyh usloviyah // Ekonomika v promyshlennosti. 2019. T. 12. No 1. P. 29-43.
5. *Smolyak S.A.* Ocenka effektivnosti investicionnyh proektov v usloviyah riska i neopredelennosti (teoriya ozhidaemogo efekta). M.: Nauka. 2002. 186 p.
6. *Livchits V., Mironova I., Tischenko T., Frolova M., Shvetsov A.* Special Features of Evaluating the Efficiency of Large-scale Infrastructure Network Projects / Proceedings of the 13th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD). Moscow: IEEE, 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9247826>.
7. *Livchits V., Mironova I., Tischenko T., Frolova M., Shvetsov A.* Risk Accounting in Calculations of Public Efficiency of Large-scale Infrastructure Projects / Proceedings of the 14th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD). Moscow: IEEE, 2021. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9600112>.
8. *Vilenskij P.L., Livshic V.N.* Effektivnost' investicionnyh proektov // Audit i finansovyj analiz. 2000. №3. P. 7-138.
9. *Mironova I.A., Tishchenko T.I.* Sistemnaya oценка effektivnosti proektov razvitiya zheleznodorozhnogo transporta // Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN. 2018. T. 68. Vyp. 3. P. 99-108.
10. *Mironova I.A., Tishchenko T.I.* O metodologii ochenki riskov pri raschete obshchestvennoj effektivnosti krupnomasshtabnyh infrastrukturyh proektov // Rossijskij ekonomicheskij zhurnal. 2021. No 2. P. 45-57
11. Informacionnaya tekhnologiya sinteza slozhnyh setevykh struktur nestacionarnoj rossijskoj ekonomiki: modeli, algoritmy, programmaya realizaciya/ N.I.Belousova, S.P. Bushanskij, E.M. Vasil'eva, V.N.Livshic, E.I.Pozamantir //Audit i finansovyj analiz. 2008. Vyp.1. P. 50-88.
12. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M., Livshic V.N.* Modeli identifikacii estestvennyh monopolij i gosudarstvennogo upravleniya imi (vozmozhnosti

* Funding: The reported study was funded by RFBR, project number 20-010-00135.

- rasshireniya klassicheskoy teorii) // *Ekonomika i matematicheskie metody*. 2012. T. 48. No 3. P. 64-78.
13. *Belousova N.I., Bushanskij S.P., Vasil'eva E.M., Vasil'ev V.B.* Estestvenno-monopol'nye svoystva transportnyh setej: mnogoproduktovye modeli diagnostiki // *Audit i finansovyj analiz*. 2018. Vyp. 2. P. 129–147.
 14. Baumol W.J., Panzar J.C., Willig R.D. *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*. N.Y.: HBJ. 1982. 497 p.
 15. *Pulley L.B.* A composite cost function for multiproduct firms with an application to economies of scope in banking [Text] / L.B. Pulley, Y.M. Braunstein // *The Review of Economics and Statistics*. 1992. V. 74. P. 221-230.
 16. *Roller L.H.* Proper quadratic cost functions with an applications to the Bell System [Text] / L.H. Roller // *The Review of Economics and Statistics*. 1990. V. 72. P. 202-210.
 17. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M.* Estestvenno-monopol'nye indikatory deyatelnosti: teoreticheskie i prikladnye aspekty analiza // *Trudy ISA RAN*. 2018. T. 68. Vyp.3. P. 69-82
 18. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M.* Diagnostika svoystv setevykh infrastrukturykh tekhnologiy v reformiruemoy sisteme gosregulirovaniya rossijskikh estestvennykh monopolij // *Rossijskij ekonomicheskij zhurnal*. 2019. No 3. P. 25-35.
 19. Diagnostika transportnyh setej kak estestvennykh monopolij vo vzaimosvyazi s karakteristikami setevogo proekta / *N.I. Belousova, S.P. Bushanskij, E.M. Vasil'eva, V.B. Vasil'ev* // *Trudy ISA RAN*. 2020. T. 70. Vyp. 4. P. 3-15.
 20. *Belousova N.I., Bushanskij S.P., Vasil'eva E.M.* Ocenka parametrov infrastrukturykh tekhnologiy v usloviyah reformy gosregulirovaniya rossijskikh estestvennykh monopolij // *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika*. 2020. T. 19. Vyp.4. P. 663–682.
 21. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M.* O podhodah k ocenke infrastrukturykh tekhnologiy s vklucheniem gedonicheskikh faktorov i uslovij riskov // *Sistemnoe modelirovanie social'no-ekonomicheskikh processov: Trudy 44-j Mezhd. nauchn. shkoly-seminara (Voronezh, 4-9 oktyabrya 2021)*. – Voronezh: Izd-vo «Istoki». 2021. P. 75-78.
 22. O estestvennykh monopoliyah: Federal'nyj zakon RF № 147-FZ ot 17.08.1995 (s izmeneniyami i dopolneniyami).
 23. Osnovnye polozheniya strukturnoj reformy v sferah estestvennykh monopolij: Ukaz Prezidenta RF ot 28.04.1997. No 426.
 24. *Belousova N. I., Vasil'eva E.M.* Ob ispol'zovanii gedonicheskogo podhoda pri modelirovanii setevykh infrastrukturykh tekhnologiy / *Analiz, modelirovanie, upravlenie, razvitie social'no-ekonomicheskikh sistem: sbornik nauchnykh trudov XIII Vserossijskoj s mezhd. uchastiem shkoly-simpoziuma (Simferopol'-Sudak, 14–27 sentyabrya 2019)*. – Simferopol': IP Kornienko A.A. 2019. P. 38-42.
 25. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M., Livshic V.N., Mironova I. A.* Konceptual'nye osnovy modelirovaniya ocenki sistemnoj effektivnosti razvitiya setevoy transportnoj infrastruktury // *Trudy ISA RAN*. 2021. T. 71. Vyp. 1. P. 10–21.
 26. *Spady R.H., Friedlander A.F.* Hedonic Cost Functions for the Regulated Trucking Industry // *Bell Journal of Economics*. 1978. 9(1). P. 159-179.
 27. *Wang Chiang S.J., Friedlander A.F.* Output Aggregation, Network Effects, and the Measuring of Trucking Technology // *Review of Economics and Statistics*. 1984. 66 (2). P. 267-276.
 28. *Belousova N. I.* O social'noj sostavlyayushchej sistemnoj ocenki strukturnykh preobrazovanij v sferah estestvennykh monopolij // *Setevoe nauchno-issledovatel'skoe periodicheskoe izdanie «Hronoekonomika»*. <http://hronoecomics.ru/> / 2020, mart. №2(23). Kruglyj stol: tvorcheskoe nasledie akademika Rossijskoj akademii nauk D. S. L'vova. P. 13-18.
 29. *Mironova I.A.* Ocenka vneshnih effektivov v raschetah obshchestvennoj effektivnosti krupnykh investicionnykh proektov stroitel'stva i rekonstrukcii uchastkov zheleznoj dorogi // *Audit i finansovyj analiz*. 2013. No 4. P. 200-217.
 30. *Belousova N. I.* O vkluchenii gedonicheskikh faktorov v ocenke strukturnykh preobrazovanij v sferah estestvennykh monopolij // *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya ekonomiki: Trudy Yubilejnoj XX Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferencii (Simferopol'-Gurzuf, 11–13 noyabrya 2021)*. – Simferopol': Izdatel'skij dom KFU. 2021. P. 10-12.
 31. *Handbook on the external costs of transport*. CE Delft et al. 2019.
 32. *Sustainable Transport Infrastructure Charging and Internalisation of Transport Externalities: Main Findings*, CE Delft et al. 2019.
 33. *Vickerman R.* Wider impacts of megaprojects: Curse or cure? // In B. Flyvbjerg (Ed.), *The Oxford handbook of megaproject management*. Oxford: Oxford University Press. P. 389–405.
 34. *Contribution of transport to economic development: International literature review with New Zealand perspectives*. New Zealand Government, Ministry of Transport. 2014.

35. *Gusejnaliev V.A.* Analiz sushchestvuyushchih metodov ocenki vnetransportnogo effekta ot realizacii dorozhnyh projektov // Vestnik MADI (GTU). Vyp. 7. 2006.
- 36 *Vasil'eva E.M., Levit B.Yu., Livshic V.N.* Nelinejnye transportnye zadachi na setyah. M.: Finansy i statistika. 1981.

Belousova Nataliya Ivanovna. Leading Researcher, Doctor (Economy), Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Number of printed works: over 170 (including 7 monographs). Sphere of scientific interest: natural monopolies, structural reforming, interregional analysis, theoretical models of state regulation, contestable markets, strategy development indicators, system assessment methodology. E-mail: natabel.52@mail.ru; belousova@isa.ru

Bushansky Sergey Petrovich. Phd (Economics), Senior Researcher, Central Economics and Mathematics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Number of printed works: over 40 (including 3 monograph). Sphere of scientific interest: development and modification of methods for constructing optimal transport networks, research of methodological and methodological problems of substantiation of large infrastructure projects, modeling of decision-making processes in the system of state design E-mail: dbd-s@yandex.ru

Vasileva Elena Michailovna. Leading Researcher, Doctor (Economy), Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Number of printed works: over 180 (including 10 monographs). Sphere of scientific interest: transport network optimization, total multiproduct cost function modeling, natural monopoly identification, dynamic assessment of infrastructure technologic determinants. E-mail: vas10081946@gmail.com; vasileva@isa.ru

Livchits Veniamin Naumovich. Chief Research Officer, Doctor (Economy), Professor, Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Number of printed works: about 500 (including over 50 monographs). Sphere of scientific interest: economy, transport, power engineering, mathematics, investment, analysis and efficiency of investment projects. E-mail: livchits@isa.ru

Mironova Inna Alekseevna. Chief Specialist, PhD in Economics, Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Number of printed works: over 50 (including 1 monograph). Sphere of scientific interest: the theory of efficiency assessment of investment projects. E-mail: makbat@mail.ru