

**ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМЫ ГОСРЕГУЛИРОВАНИЯ РОССИЙСКИХ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ\*****Наталья Ивановна БЕЛОУСОВА<sup>а, \*</sup>, Сергей Петрович БУШАНСКИЙ<sup>б</sup>,  
Елена Михайловна ВАСИЛЬЕВА<sup>с</sup>**

<sup>а</sup> доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник,  
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН),  
Москва, Российская Федерация  
belousova@isa.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5075-6787>  
SPIN-код: 9500-5014

<sup>б</sup> кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,  
Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН),  
Москва, Российская Федерация  
dbd-s@yandex.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 8849-0128

<sup>с</sup> доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник,  
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН),  
Москва, Российская Федерация  
vasileva@isa.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 9877-8430

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Reg. № 92/2020  
Получена 19.02.2020  
Получена в доработанном  
виде 28.02.2020  
Одобрена 16.03.2020  
Доступна онлайн  
28.04.2020

УДК 338.22.021.1  
JEL: C18, C61, L12

**Аннотация**

**Предмет.** Моделирование сетевой инфраструктуры для оценки ее естественно-монопольных свойств и анализа возможностей в условиях реформы госрегулирования российских естественных монополий включения в управленческие процедуры потенциала соответствующих теоретико-прикладных модельных обоснований.

**Цели.** Разработать методологические положения по оценке параметров инфраструктурных технологий с учетом сетевой специфики и намечаемых изменений российского законодательства в сфере естественных монополий с включением ряда теоретических и прикладных моделей.

**Методология.** В продолжение авторских исследований формируется подход к моделированию более адекватных оценок параметров сетевых инфраструктурных технологий. Разрабатывается методология диагностики естественно-монопольных свойств инфраструктурных технологий с учетом неопределенности исходной информации. Определяются особенности инструментария, разрабатываемого на базе концепции функции издержек/квази-функции издержек с многопродуктовым описанием по набору видов экономической деятельности, гедонического подхода, введения в расчет оценок факторов используемых ресурсов и исследования шагов по их оптимизации/субоптимизации.

**Результаты.** Сформулированы методологические положения по диагностике естественно-монопольных свойств, основанные на моделировании параметров сетевых инфраструктурных технологий. Проанализирована ситуация, складывающаяся в процессе структурных реформ российских естественных монополий. Выявлены направления законодательных инициатив и актуальных изменений, определяющие возможности включения в процедуры государственного управления потенциала теоретико-прикладных обоснований, в том числе авторских, связанных с синтезом моделей теории естественной монополии, моделей нелинейной оптимизации развития сетей (внегородских транспортных, электроэнергетических и др.), методов инвестиционного проектирования.

**Ключевые слова:**

естественные монополии, законодательные инициативы, сетевые инфраструктурные технологии, диагностика свойств, генерация ненаблюдаемых данных

Приведены некоторые результаты экспериментальных модельных расчетов с оценками влияния инвестиционной составляющей совокупных издержек на экономические характеристики инфраструктурных технологий. Получены аналитические оценки для разных сценариев развития сетевых технологий.

**Выводы.** Предложенные методологические положения по моделированию параметров инфраструктурных технологий могут служить основой системы обоснований междисциплинарного характера для реформы госрегулирования российских естественных монополий, усиления акцентов на сетевую составляющую.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

**Для цитирования:** 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, № 4. – С. 663 – 682.  
<https://doi.org/10.24891/ea.19.4.663>

**Введение**

Процессы структурного реформирования российских естественных монополий растянулись на многие годы и даже десятилетия (начиная с середины 1990-х гг.). Понятие «естественная монополия» устойчиво вошло в российскую экономическую терминологию с принятием Федерального закона от 17.08.1995 № 147-ФЗ «О естественных монополиях».

При проведении структурных реформ одна из существенных проблем связана с преимущественной ориентацией на организационные структурные мероприятия, что не позволяет в достаточной мере сформировать стимулы инновационного технологического развития, обеспечить оживление притока инвестиций в инфраструктурные объекты.

В большей или меньшей мере изменения условий госрегулирования российских естественных монополий происходили на всем протяжении формирования законодательной базы реформ и проведения намечаемых мероприятий.

Характер изменений преимущественно был связан с вносимыми в законодательство относительно небольшими уточнениями и некоторыми корректировками, касающимися охвата видов экономической деятельности, форм государственного контроля и

антимонопольного регулирования, но не затрагивал базовых определений.

Ряд положений Федерального закона от 17.08.1995 № 147-ФЗ «О естественных монополиях» неоднократно подвергался критическому анализу. Эти положения рассматривались в большинстве случаев с позиций современной экономической теории (начиная с работы [1]), прежде всего ориентированных на учет естественно-монопольной специфики. Критический анализ был направлен на оценку недостаточной корректности представления естественной монополии в российском законодательстве. Так, некорректность проявляется в формальном и априорно предсказуемом включении компаний в реестры естественных монополистов на основе лишь их отраслевой принадлежности, заявлений, анкет и пр. Не предусматриваются оценочные процедуры проверки естественно-монопольных свойств с выявлением соответствующих видов экономической деятельности. Более того, декларируется противопоставление естественной монополии и любых видов конкуренции, что ощутимо усугубляет и без того существующий значимый разрыв между потенциалом теории и российской практикой госрегулирования в рассматриваемой сфере (см. например, работу [2]).

Многие задачи, связанные с адекватным представлением естественных монополий в системе госрегулирования, не решены в процессе реформ. При этом остается невостребованным в управленческой практике

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 20-010-00135.

имеющийся задел в части теоретических обоснований.

Современная ситуация в рассматриваемой сфере в значительной мере характеризуется интенсивными усилиями, иницируемыми в системе государственного антимонопольного регулирования, по изменению рамок госрегулирования российских естественных монополий, вплоть до отмены Федерального закона «О естественных монополиях», разнесения отдельных положений, регламентирующих данную сферу деятельности к компетенциям, охватываемым другими законодательными актами. В части ценового регулирования это проявляется в подготовке законодательных инициатив по разработке основ ценообразования в новых условиях, как правило, на общих основаниях, без учета естественно-монопольной специфики [3].

Мировой опыт реформирования показывает, что при подготовке и осуществлении управленческих решений в рассматриваемой сфере принято использовать обоснования с привлечением моделей и методов теории естественной монополии, отвечающих отраслевой специфике и адаптированных к условиям практического применения, возможностям построения ситуационной оценки. Тем не менее в российской действительности это положение все еще не выходит за рамки междисциплинарных дискуссий на стыке юридических и экономических наук.

Важно подчеркнуть, что происходят и определенные позитивные сдвиги на уровне госрегулирования управляемого объекта (многоотраслевого и многофункционального межотраслевого комплекса с набором видов экономической деятельности, включая естественно-монопольные). Акцентируется внимание на особенностях инфраструктурных объектов, и прежде всего – на специфике сетевой технологии. Это предопределяет целесообразность разработок специальных моделей оценки параметров сетевых инфраструктурных технологий, анализа естественно-монопольных свойств, их мониторинга.

Хотя представление естественной монополии в системе государственного управления модифицируется в указанном смысле, остается нерешенным вопрос о корректной идентификации – установлении наличия или отсутствия естественно-монопольных свойств с использованием соответствующих моделей и методов оценки. По-прежнему воспроизводится априорная идентификация – для законодательно относимых к естественным монополиям и подпадающих под госрегулирование сетевых инфраструктурных объектов.

Не применяются специальные индикаторы для диагностики естественно-монопольных свойств, идентификации при условиях определенного места и времени, оценки ценовых характеристик, прежде всего цен доступа к инфраструктуре и др.

Примечательно, что подготовка существенных изменений российского законодательства в сферах естественных монополий, в определенной мере позитивных, не включает потенциала соответствующих модельных расчетов и обоснований.

В результате проблема выбора приемлемых методов обоснования эффективных решений по госрегулированию естественных монополий остается. Более того, эта проблема может вновь возникать при проведении намечаемых организационных и других институциональных преобразований.

Соответственно, цель нашего исследования – разработать методологические положения по оценке параметров инфраструктурных технологий с учетом сетевой специфики и намечаемых изменений российского законодательства в сфере естественных монополий с включением ряда теоретических и прикладных моделей.

### **Методология моделирования параметров сетевых инфраструктурных технологий**

Систематизация описания и оценки способов производства товаров/услуг (наличия определенных ресурсов и преобразования затрат в результаты) применительно к отраслевым естественно-монопольным

подсистемам, базирующаяся на представлениях современной экономической теории, прежде всего теории естественной монополии, предполагает включение в рассмотрение специальных методологических положений теоретико-прикладного анализа и соответствующих подходов к моделированию отраслевых инфраструктурных технологий.

Эти положения существенно связаны с характеристиками отраслевой технологии [4], понимаемой как совокупность ресурсов факторов (факторов производства), выпусков производимой продукции/услуг и оценок индикаторов эффективности для моделируемого способа производства [3]. Представленные далее способы моделирования параметров инфраструктурных технологий преимущественно ориентированы на учет естественно-монопольной специфики и в то же время являются вполне универсальными для описания технологий на основе использования инструментария отраслевой многопродуктовой функции издержек.

В обобщенном виде представим методологические положения по моделированию параметров сетевых инфраструктурных технологий, отвечающие новым условиям госрегулирования:

- междисциплинарный характер методологии связан с синтезом модельных подходов теории естественной монополии (см., например, работу [1].), моделей сетевой оптимизации/субоптимизации [5] и проектного анализа<sup>1</sup>;
- моделирование отраслевой многопродуктовой функции совокупных издержек и тестирование ее на субаддитивность<sup>2</sup> [6] обеспечивают проверку естественно-монопольных свойств;

<sup>1</sup> Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. М.: ПолиПринтСервис, 2015. 1300 с.

<sup>2</sup> Математическое свойство субаддитивности функции совокупных затрат инфраструктурного объекта позволяет дать формальное определение естественной монополии как состояния, при котором производство требуемого объема продукции/услуг дешевле одним производителем, чем несколькими [1].

- непосредственная проверка субаддитивности, как правило, аналитически невозможна; при тестировании используется система оценок технологических детерминант, включая экономию от масштаба/плотности сети [7], экономию от структуры, средние приростные издержки<sup>3</sup> [8]; динамика оценок существенна для диагностики естественно-монопольных свойств;
- необходимо обеспечивать априорную непредсказуемость моделируемых оценок технологических детерминант как естественно-монопольных индикаторов деятельности<sup>4</sup>, что достигается выбором типа используемой эконометрической модели (например, квадратичной [9], композитной [10]);
- для идентификации естественной монополии применительно к сетевым инфраструктурным объектам с нелинейными затратными характеристиками, также как и для выявления режимов перегруженности (резко нелинейного роста издержек на эксплуатацию и развитие единой и территориально неделимой транспортной сети при растущем спросе) используется сетевая концепция субаддитивности [2];
- допускается переход от функций издержек к квази-функциям издержек на основе гедонического подхода [11] путем непосредственного введения в модель дополнительных параметров деятельности на сетях, технико-экономических характеристик оборудования, показателей интенсивности его эксплуатации, объемов привлекаемых инвестиций и др.;
- при моделировании инфраструктурных технологий могут быть предусмотрены дополнительные модели, связанные с учетом и «автономным» моделированием

<sup>3</sup> Модели указанных технологических детерминант/естественно-монопольных индикаторов деятельности представлены в работе [1] и др. Их содержательные определения приведены далее в расчетной части статьи.

<sup>4</sup> Так, широко используемая при моделировании функция Кобба – Дугласа не отвечает этому требованию, и для нее априорно имеет место наличие постоянных значений оценок экономии от масштаба во всей рассматриваемой области анализа [1].

факторов производства – труда, капитала, земли, информационных ресурсов, организационных и предпринимательских способностей;

- данные о режимах деятельности инфраструктурных объектов, отвечающие минимизации совокупных издержек с использованием алгоритмов сетевой нелинейной оптимизации генерируются специальным способом на базе инженерного подхода; в рамках предлагаемой методологии это обеспечивается применением информационной технологии синтеза сложных сетевых структур [8], разработанной совместно Институтом системного анализа Российской Академии наук и Центральным экономико-математическим институтом Российской академии наук.

Остановимся более детально на принятых в настоящей работе способах формирования информационной базы оценки. Прежде всего эти способы, разработанные с нашим участием, ориентированы на оптимизацию сетевой технологии. Способы базируются на генерации ненаблюдаемых данных, осуществляемой в рамках декомпозиционных подходов пошаговыми методами нелинейной оптимизации сетевых транспортных задач, а также моделях и методах инвестиционного проектирования.

При моделировании оценок технологий для транспортных сетей предусматривается вариация характеристик спроса на перевозки и объемов инвестиций в развитие сети. Массив характеристик по спросу на услуги, поставляемых рассматриваемой сетевой структурой, представляет собой матрицу корреспонденций, вычисляемую на основе общесетевых объемов. Рассчитываемые итоговые характеристики оптимальной технологии формируют массив значений совокупных издержек, отвечающих оптимальному (нормативному) либо дескриптивному поведению пользователей при оптимальных технических состояниях звеньев – при минимизации совокупных общесетевых издержек с учетом ограничений на бюджет инвестиций.

В совокупности полученные данные составляют информационную базу для построения эконометрических моделей отраслевых многопродуктовых функций издержек, а следовательно – основу для оценки системы технологических детерминант / естественных-монопольных индикаторов деятельности. Оценка технологических детерминант связана с динамическими характеристиками деятельности инфраструктурных объектов – преимущественно природными характеристиками затрат, оценками ценовых эластичностей спроса на многопродуктовые выпуски, затратных эластичностей по выпускам/видам экономической деятельности и пр.

Значительное внимание при реализации предложенных методологических положений уделяется нами одной из специальных задач диагностики. Она заключается в исследовании влияния инвестиций на параметры сетевой инфраструктурной технологии с использованием технологических детерминант. Соответственно, проверяется следующая гипотеза: масштабы и динамика инвестиций в значительной мере определяют параметры технологии, рассматриваемые как результат инвестиционных мероприятий и выражаемые через оценки технологических детерминант.

Обоснованность инвестиционных решений, существенно влияющих на текущие и совокупные издержки, оставляет желать лучшего в инфраструктурных отраслях, во многом из-за инерции и неспособности управленческих структур корректировать свои программы по мере уточнения затрат на реализацию проектов [12]. Невысокое качество обоснования крупных проектов характерно как для государственных, так и частных компаний [13], что, видимо, обусловлено и тем, что крупномасштабные инвестиции неизбежно требуют сложных согласований, использования значительных ресурсов по их продвижению в различных управленческих структурах, созданию лояльного общественного отношения. В результате фактическим критерием успешности инвестиционной политики

становится реализация проектов независимо от их целесообразности. Схожий парадокс может быть свойственен и проводимым масштабным «рыночным» реформам в сфере естественных монополий, которые в итоге резко увеличивают документооборот и численность управленческого персонала, а не производственный эффект [14].

Доводы в пользу целесообразности перевода в частные руки транспортных сетей, в частности, железнодорожной [15], для увеличения объема инвестиций и ликвидации узких мест представляются не очень убедительными. Во-первых, из предположения об эффективности частных небольших проектов вовсе не следует, что частные крупные проекты будут эффективны с общественной точки зрения. Во-вторых, в условиях монополий дефицит пропускной способности легко устраняется увеличением цены или неценовыми ограничениями доступа. Вместе с тем коммерческий тариф обычно значительно выше общественного из-за нелинейности затрат на альтернативных маршрутах и/или сетях и уменьшения объема перевозок. Увеличение транспортных затрат приводит и к сокращению внетранспортных выгод. По зарубежным данным [16], их изменение обычно не выше 20% и не ниже 10% изменения выгод пользователей. Так как внетранспортные выгоды относят к экстерналиям, их уровень в среднем выше в нестационарной экономике. Согласно работе [17], в российской экономике повышение стоимости транспортных услуг на 10% приводит к росту цен производителей примерно на 5% [17]. Положительные внетранспортные экстерналии, на основании расчетов, приведенных в работе [18, с. 256], можно оценить в размере 25% от изменения пользовательских выгод. Таким образом, вполне предсказуемое повышение тарифов на железнодорожные перевозки вследствие доступа частного инвестора к инфраструктуре, приведет и к заметному росту цен, и к снижению общественного благосостояния, и к переходу части поездок на автомобильный транспорт с более высокими негативными экологическими экстерналиями. В-третьих, часто приводимый пример частных железных

дорог в США, где проблема дефицита пропускной способности не является острой, в отличие от России, говорит лишь о том, что частные сети в состоянии обеспечить лишь небольшую долю перевозок, являясь дополнением к государственной инфраструктуре. В США основные перевозки, в том числе грузовые, приходятся на автомобильные дороги, для которых характерен и дефицит пропускной способности, и недостаток инвестиций, причем попытки решить проблему привлечением частных инвестиций и приватизацией отдельных дорог приводят лишь к ее усугублению [19].

Не гарантирует улучшений в инвестиционной сфере заимствование и некритический перенос зарубежного опыта регулирования. Так, дополнительное увеличение объемов капитальных затрат в полтора-два раза, связанное с переходом российских электросетевых компаний на модель долгосрочного регулирования тарифов на основе доходности инвестированного капитала, не привело к выигрышу в показателях износа оборудования [20], как и можно было ожидать по теоретическим выкладкам [21].

Возможно, качество работы системы инвестиционного проектирования в инфраструктурных отраслях обусловлено некоторыми внутренними факторами, а попытка его повысить извне выше некоторого уровня (плановыми или рыночными методами) приводит лишь к ухудшению ситуации. Нарушение естественно-монопольных свойств на сетях можно интерпретировать и как следствие скрытых, трудно выявляемых ошибок в планировании инвестиций.

### **Постановка компьютерных экспериментов и результаты расчетов**

Приведем примеры компьютерных экспериментов, в которых варьируются характеристики спроса и ресурсных факторов (в значительной мере определяемые уровнем и динамикой инвестиций), что позволяет учесть неопределенность информационной базы оценки.

Согласно теории, ключевыми индикаторами при диагностике естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных объектов являются такие технологические детерминанты (естественно-монопольные индикаторы) деятельности, как экономия от масштаба, экономия от структуры, средние природные издержки, рассчитываемые при оптимизации технологии.

Индикатор экономии от масштаба  $S$  является функцией многих переменных; представляет собой обратную величину к затратной эластичности и определяется через сопоставление темпов прироста совокупных издержек и объемов выпуска продукции/услуг.

Индикатор экономии от структуры  $SC$ , диверсификации многопродуктового выпуска, также является функцией многих переменных; позволяет сравнивать по издержкам варианты форм организации производства через ортогональные расщепления с включением в рассмотрение вариантов совместного производства всех видов продукции и вариантов организации производств, полностью специализированных по одному или нескольким видам деятельности, суммарно обеспечивающих один и тот же объем спроса.

Индикатор средних природных издержек  $AIC$  является однопродуктовой функцией; его оценка связана с началом/прекращением выпуска некоторого одного продукта; в расчет включается оценка прироста издержек/их экономии на единицу объема выпуска этого продукта, так что  $AIC$  является функцией (однопродуктовой) средних издержек.

Далее экспериментальная оценка технологических детерминант в данном случае строится на примере небольшой агрегированной внегородской сети автомобильных дорог.

Заметим, что стихийное распределение потоков на дорожных сетях в соответствии с поведенческими правилами пользователей не сильно отличается от системного равновесия. По крайней мере в ряде работ<sup>5</sup> [22] на

<sup>5</sup> Mamun M.S., Siddique A., Rahman S.M.R. Comparison of User Equilibrium (UE) and System Optimum (SO) Traffic Assignment

примерах городских сетей показано, что снижение затрат времени при распределении по предельным издержкам составляет 1–5% в сравнении с пользовательским равновесием. Поэтому теоретическое требование к оценке естественно-монопольных свойств на основе оптимальной технологии, по-видимому, не противоречит характеристикам реального поведения пользователей дорог.

Соответственно, моделируя оптимальный выбор проектов при нормативном или дескриптивном распределении потоков, можно попытаться установить, при каких условиях, если таковые имеются, сеть перестает быть целостной (теряет свойства естественной монополии) даже при оптимальном управлении.

Модель технологии перевозок представляется в обобщенном виде с включением и распределения потоков, и развития сети, причем под развитием сети понимается модернизация (и/или реконструкция) существующих звеньев для повышения их пропускной способности. Исходная топология сети считается заданной. Суммарный по сети спрос на грузовые и пассажирские перевозки распределяется по транспортным зонам, формируя корреспонденции между начальными и конечными пунктами поездок, по видам автомобилей (для многопродуктового представления работы сети) в соответствии с пропорциями, определяемыми экзогенно на основе оценок экспертного типа, или эндогенно – с использованием формальных моделей.

В информационную основу для оценки параметров технологии перевозок включаются не наблюдаемые, а специально формируемые в процессе модельных расчетов данные о минимальных или приближенных к ним значениях совокупных издержек на перевозки и развитие сети.

Формируется множество точек спроса на поездки, для каждой из которых решается задача оптимизации структуры сети с учетом

Methods for Auto Trips. International Conference on Recent Innovation in Civil Engineering for Sustainable Development, 2015, pp. 736–740.

распределения, нормативного или дескриптивного (по предельным или средним общественным издержкам), потоков по маршрутам.

Соответственно, центральное место занимают модели распределения потоков на сети фиксированной топологии по кратчайшим путям (в смысле предельных или средних минимальных издержек на маршрутах следования корреспонденций) и модели выбора эффективных способов модернизации технических состояний существующих звеньев. Алгоритм решения соответствующих задач состоит из наложения [23], а затем и перераспределения потоков (подробнее см. работу [5]). На каждой итерации последовательно решаются две подзадачи:

- уточнения транспортных потоков, при этом технические состояния звеньев не меняются;
- поиска новых оптимальных технических состояний при фиксированных потоках.

Процедура перераспределения потоков в зарубежной литературе известна как адаптированный к нелинейным, как стохастическим, так и детерминированным, транспортным задачам метод скользящего среднего (Method of Successful Averages, MSA)<sup>6</sup>.

Эконометрическим способом с использованием пакета EViews по 625 точкам для объемов спроса на грузовые (в пределах от 0 до 30,5 млн поездок в год) и на пассажирские перевозки (от 0 до 63,9 млн поездок в год) моделируется общесетевая квази-функция совокупных издержек; для расчетов принята квадратичная функциональная форма [1,10]. Далее представлены результаты авторских расчетов для двухпродуктового случая; при этом динамика цен на факторы производства не учитывается, а ставка дисконта принимается постоянной [8]; учет инфляции

<sup>6</sup>Di Gangi M., Cantarella G.E., Vitetta A. MSA Algorithms for Solving SUE in Urban Transit Networks. 4th hEART Conference, Denmark, 2015.  
URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/7894/0701a30830d71e7c513fed209e241b07ea52.pdf>  
\_ga=2.98342299.503783546.1583823540-1586260021.1583823540

издержек осуществляется с использованием индекса цен – дефлятора ВВП.

Варианты расчетов включают различные сценарии работы и развития сети, для которых строятся модели развития как без ограничений на объемы инвестиций, так и при существенном их сжатии. Соответственно, общесетевая функция издержек моделируется для сценариев, различающихся как жесткостью ограничений на суммарный объем инвестиций, так и значениями принимаемых в расчет ставок дисконта. Заметим, что выбираемые значения ставок дисконта допускают их интерпретацию как цен на соответствующий ресурс; при больших ставках дисконта – более «дорогих» инвестиционных ресурсов, а при меньших ставках дисконта – более «дешевых».

Графики, иллюстрирующие результаты расчетов для сценария с ограничениями на инвестиции, представлены на *рис. 1, 2*, для сценария без ограничений – на *рис. 3, 4*.

В табличном виде результаты моделирования для сценария развития сети с ограничениями на бюджет инвестиций приведены в *табл. 1*, без ограничений – в *табл. 2*. В этих таблицах объемы выпуска, то есть спроса на грузовые перевозки по сети в целом в расчетах обозначены  $x_1$ , объемы спроса на пассажирские перевозки по сети в целом обозначены  $x_2$ .

### **Обсуждение и интерпретация результатов экспериментальных расчетов по моделированию параметров инфраструктурных технологий**

Проанализируем полученные результаты.

Расчетные данные на *рис. 1* показывают, что обратная величина к экономии от масштаба  $S$  как одной из ключевых характеристик отраслевой технологии, выражаемая через средние значения затратной эластичности по многопродуктовому выпуску, постепенно растет по мере развития сети в соответствии с ростом спроса на грузовые и пассажирские перевозки. При относительно небольшом увеличении спроса на перевозки значения затратной эластичности меньше единицы. Но

эти значения превышают единицу при значительном увеличении спросовой нагрузки на сеть. Это и означает, что деятельность на развиваемой сети остается эффективной до определенного уровня нагрузки; затем становится неэффективной по мере увеличения нагрузки. В итоге рост издержек опережает рост объемов выпуска более, чем в 1,5 раза.

На *рис. 2* представлена диаграмма значений другой ключевой характеристики отраслевой технологии – индикатора экономии от структуры  $SC$ . Данные на этом рисунке показывают, что при увеличении спросовой нагрузки на сеть оценки экономии от структуры заметно снижаются. Это означает, что запас положительных значений экономии затрат (оцениваемый синергетический эффект, обусловленный естественно-монопольным способом организации производства) постепенно, по мере роста объемов перевозок, исчерпывается, как и запас превышающих единицу значений растущей экономии от масштаба (*рис. 1*).

Характер диаграммы на *рис. 2*, показывающий существенное снижение оценок экономии от структуры и переход к отрицательным значениям, сигнализирует о перегруженности сети, недостаточном ее развитии при фиксированной топологии, необходимости проведения инвестиционных мероприятий по строительству дополнительных и/или дублирующих звеньев, усилению связности сети.

Изменения моделируемых оценок экономии от структуры указывают на уменьшение эффективности совместной, естественно-монопольной технологии перевозок, а также на исчерпание эффекта взаимодополняемости по выпускаемым объемам продукции (грузовым и пассажирским перевозкам), видам экономической деятельности.

Привлечение к анализу эффективности отраслевой технологии весьма значимого индикатора средних приростных издержек  $AIC$ , который допускает изолированное рассмотрение оптимальных средних издержек отдельно по грузовым  $x_1$  и по пассажирским

перевозкам  $x_2$ , позволяет, как доказано в теории [2], дополнить и уточнить получаемые выводы.

Приведем интерпретацию результатов расчетов, представленных в сводной таблице средних значений естественно-монопольных индикаторов (*табл. 1*), с использованием всех указанных индикаторов  $S$ ,  $SC$  и  $AIC$  по сценарию с ограничениями на объем инвестиций.

Если при росте спроса на перевозки и существенном сжатии объемов инвестиций средние значения индикатора экономии от структуры становятся отрицательными, то это свидетельствует о ситуации, близкой к исчерпанию естественно-монопольных свойств, практически потере этих свойств (возможно, не по всем продуктам многопродуктового выпуска), целесообразности выделения инфраструктурных объектов, специализированных по тем или иным продуктам.

Наиболее распространенное (и ошибочное) суждение о наличии естественной монополии и ее функционировании в эффективном режиме опирается исключительно на оценки растущей экономии от масштаба ( $S > 1$ ). Значений индикатора экономии от масштаба недостаточно для установления наличия или отсутствия естественной монополии. Вместе с тем значимость этого индикатора проявляется, например, в том, что когда  $S < 1$  – это можно интерпретировать как предупреждающий сигнал, с некоторым временным лагом заранее указывающий на возможную потерю эффективности работы сети.

Это видно из *табл. 1* (столбцы 5, 6 последовательно по строкам) в позициях, отвечающих существенно большим нагрузкам на сеть, в которых  $S$  при фиксированной топологии сети уже не достигает значения единицы, то есть экономия от масштаба превратилась из растущей в падающую, тем не менее экономия от структуры  $SC$  в соответствующих позициях таблицы (столбцы 1, 2) все еще остается больше нуля.

Важно подчеркнуть, что такое сочетание оценок  $S$  и  $SC$ , а также их динамики не может

обоснованно подтвердить исчезновение статуса естественной монополии. Результаты расчетов, представленные в *табл. 1*, показывают, что при растущем спросе на перевозки по сети значения экономии от структуры в области, где  $SC > 0$ , резко снижаются (более, чем на порядок), что вызывает превращение растущей экономии от масштаба в падающую.

Включение в анализ индикатора средних приростных издержек  $AIC$  (столбцы 3, 4 *табл. 1*) показывает, что указанная динамика индикаторов  $S$  и  $SC$  сопровождается (в данном варианте расчетов) ростом  $AIC$  по каждому из видов перевозок. Согласно теории, это ведет к нарушению достаточных условий субаддитивности общесетевой функции многопродуктовых издержек.

По мере приближения к границе допустимой области спроса на грузовые и пассажирские перевозки значения индикатора экономии от структуры (столбцы 1, 2 *табл. 1*) становятся отрицательными. То есть нарушается необходимое условие наличия естественной монополии, утрачивается свойство комплементарности грузовых и пассажирских перевозок, выполняемых на одних и тех же фрагментах сети.

Как доказано в теории [1], наличие естественной монополии может идентифицировать набор значений индикаторов  $SC$  и  $AIC$ :  $SC > 0$ , а значения  $AIC$  монотонно убывают во всей области анализа. Из *табл. 1* видно, что условия относительно  $AIC$  не выполнены (столбцы 3, 4); это показывает нарушение естественно-монопольных свойств рассматриваемой транспортной сети при анализируемом сценарии ее функционирования и развития.

Далее покажем, что уменьшение жесткости ограничений на объем инвестиций в развитие сети может существенно повлиять на результаты расчетов, аналитические выводы – при той же методологии моделирования параметров сетевой инфраструктурной технологии, диагностики естественно-монопольных свойств.

Рассмотрим теперь гипотетический сценарий без ограничений на инвестиции. Формально это означает, что при моделировании работы и развития транспортной сети при выявленном спросе на перевозки в качестве ограничения на инвестиции принимается их объем, требуемый для оптимального развития. Содержательная трактовка может быть следующей: регулятору удается привлечь требуемый для оптимизации режимов работы и развития сети объем инвестиций.

Для такого сценария зависимость средних значений затратной эластичности по многопродуктовым выпускам от объемов инвестиций, которые расходуются на развитие сети для каждой пары заданных объемов спроса по грузовым и пассажирским перевозкам, имеет вид кривой, представленной на *рис. 3*.

Расчетные данные на *рис. 3* показывают, что в отсутствие ограничений на инвестиции значения затратной эластичности по выпускам монотонно возрастают по мере увеличения объемов инвестиций в развитие сети, отвечающего росту спроса по грузовым и пассажирским перевозкам, но множество их значений не превосходит единицы. Другими словами это означает, что динамика издержек отстает от динамики объемов выпуска, или на каждый процент прироста выпуска совокупные издержки прирастают менее, чем на 1%, что в определенной мере свидетельствует об эффективности работы и развития сети.

На *рис. 4* представлена диаграмма значений индикатора экономии от структуры  $SC$ , отвечающая гипотетическому сценарию отсутствия ограничений на инвестиции. Диаграмма иллюстрирует ситуацию выполнения необходимого условия естественной монополии (в системе необходимых и достаточных условий в терминах дискретных значений переменных выпуска  $x_1, x_2$ ), когда оценки  $SC$  в допустимой области переменных выпуска (при небольших их значениях) монотонно убывают и остаются положительными ( $SC > 0$ ).

Сводная табл. 2, как аналог табл. 1, но для гипотетического сценария без ограничений на инвестиции, содержит результаты расчетов средних значений технологических детерминант / естественно-монопольных индикаторов деятельности, включая экономию от структуры  $SC$ , экономию от масштаба  $S$  и средние приростные издержки  $AIC$  по каждой из переменных выпуска (столбцы 1, 2; 3, 4 и 5, 6 соответственно в табл. 2).

Данные, представленные в табл. 2 прежде всего показывают, что уровень динамики включаемых в диагностику естественно-монопольных свойств технологических детерминант  $SC$  и  $AIC$  соответствует наличию естественной монополии во всей области анализа. При увеличении выпуска экономия от структуры имеет место (выполняется необходимое условие субаддитивности), хотя и постепенно исчерпывается (столбцы 1, 2 табл. 2). Динамика средних приростных издержек, включаемых в достаточные условия субаддитивности, также не противоречит условиям естественной монополии:  $AIC$  снижаются по каждому из выпусков (столбцы 3, 4 табл. 2). Заметим, что значения  $S > 1$  во всей допустимой области выпусков также указывают на эффективный характер деятельности сети (столбцы 5, 6 табл. 2).

Таким образом, представлены некоторые результаты экспериментальных расчетов (с использованием двухпродуктовой квадратичной по выпускам функции издержек) по анализу естественно-монопольных свойств региональной транспортной сети мезоуровня (с нелинейными характеристиками затрат при растущем спросе на грузовые и пассажирские перевозки).

Исследование взаимосвязей инвестиционной активности и оценок технологических детерминант / естественно-монопольных индикаторов деятельности сетевых инфраструктурных объектов показало, что сжатие объема инвестиций существенно меняет оценки естественно-монопольных свойств. Так, оценка экономии от структуры  $SC$  при росте спроса на перевозки не только резко снижается, но и становится отрицательной; происходит рост средних

приростных издержек  $AIC$  по каждому из видов перевозок, что ведет к потере субаддитивности общесетевой двухпродуктовой функции издержек. Это сопровождается падающей экономией от масштаба  $S < 1$ .

В целом результаты компьютерной реализации предложенных методологических положений для решения специальной задачи диагностики по исследованию характера и особенностей влияния масштабов инвестиций на параметры сетевой инфраструктурной технологии подтвердили выдвинутую нами гипотезу: оценки технологических детерминант определяются жесткостью инвестиционных ограничений, по мере усиления жесткости область субаддитивности сжимается, то есть транспортная сеть продолжает отвечать условиям естественной монополии, но степень удовлетворения спроса на перевозки по сети в эффективных режимах (с учетом синергетических эффектов) снижается.

### Заключение

В ситуации реформы госрегулирования российских естественных монополий, усиления акцентов на сетевую составляющую развития естественно-монопольных подсистем и параметры ее технологии предусматривается формирование приемлемой системы обоснований, ориентированной на междисциплинарный характер и синтез модельных подходов, разрабатываемых в рамках теории естественной монополии, моделей сетевой оптимизации и инвестиционного проектирования.

Результаты экспериментальных расчетов подтверждают целесообразность принятия в расчет существенных особенностей моделирования сетевых инфраструктурных технологий, специального формирования информационной базы оценки, включения технологических детерминант/естественно-монопольных индикаторов деятельности для повышения эффективности принимаемых решений в рассматриваемой сфере.

Использование предлагаемого инструментария оценки позволяет улавливать переходы к режимам перегруженности сети,

корректировать множества допустимых альтернатив в инвестиционном проектировании транспортных сетей и т.п.

Предложенные методологические подходы могут быть использованы для налаживания мониторинга оценок индикаторов и проверки

естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных объектов. Оценки технологических детерминант могут быть ориентированы на обоснование нормативов (удельных затрат на единицу выпуска) по различным составляющим с включением элементов оптимизации.

**Таблица 1**

**Средние значения естественно-монопольных индикаторов (расчет при ограничении на инвестиции)**

**Table 1**

**Average values of natural monopoly indicators (calculation with investment constraints)**

Среднее арифметическое				Среднее геометрическое	
<i>SC</i> ( $x_1, x_2$ ) по $x_1$	<i>SC</i> ( $x_1, x_2$ ) по $x_2$	<i>AIC</i> ( $x_1$ ) по $x_1$	<i>AIC</i> ( $x_2$ ) по $x_2$	<i>S</i> ( $x_1, x_2$ ) по $x_1$	<i>S</i> ( $x_1, x_2$ ) по $x_2$
1	2	3	4	5	6
0,691	0,789	0,103	0,013	...	...
0,677	0,762	0,109	0,016	...	...
0,664	0,735	0,116	0,018	...	...
0,65	0,709	0,122	0,021	...	...
0,636	0,684	0,129	0,023	...	...
0,623	0,66	0,135	0,026	...	...
0,553	0,547	0,167	0,038	...	2,042
0,482	0,448	0,199	0,05	...	1,475
0,411	0,361	0,231	0,063	1,547	1,205
0,339	0,284	0,264	0,075	1,155	1,041
0,27	0,217	0,296	0,087	0,957	0,932
0,205	0,158	0,328	0,099	0,834	0,854
0,145	0,106	0,36	0,112	0,751	0,795
0,091	0,061	0,392	0,124	0,693	0,75
0,043	0,022	0,424	0,136	0,65	0,715
0,003	-0,013	0,457	0,148	0,618	0,687
-0,032	-0,042	0,489	0,161	0,593	0,664
-0,062	-0,068	0,521	0,173	0,574	0,645
-0,086	-0,091	0,553	0,185	0,559	0,629
-0,107	-0,11	0,585	0,197	0,546	0,615
-0,124	-0,127	0,617	0,21	0,536	0,604
-0,138	-0,141	0,65	0,222	0,528	0,594
-0,15	-0,154	0,682	0,234	0,522	0,585
-0,159	-0,165	0,714	0,247	0,516	0,578
-0,167	-0,174	0,746	0,259	0,511	0,572

*Источник:* авторская разработка

*Source:* Authoring

**Таблица 2****Средние значения естественно-монопольных индикаторов (расчет без ограничений на инвестиции)****Table 2****Average values of natural monopoly indicators (calculation without investment constraints)**

Среднее арифметическое				Среднее геометрическое	
<i>SC</i> ( <i>x1</i> , <i>x2</i> ) по <i>x1</i>	<i>SC</i> ( <i>x1</i> , <i>x2</i> ) по <i>x2</i>	<i>AIC</i> ( <i>x1</i> ) по <i>x1</i>	<i>AIC</i> ( <i>x2</i> ) по <i>x2</i>	<i>S</i> ( <i>x1</i> , <i>x2</i> ) по <i>x1</i>	<i>S</i> ( <i>x1</i> , <i>x2</i> ) по <i>x2</i>
1	2	3	4	5	6
0,238	0,246	0,321	0,115	...	...
0,214	0,22	0,321	0,115	1,389	1,376
0,196	0,2	0,321	0,115	1,322	1,306
0,182	0,184	0,321	0,115	1,282	1,265
0,17	0,171	0,321	0,115	1,254	1,237
0,16	0,16	0,321	0,115	1,233	1,216
0,126	0,126	0,32	0,114	1,173	1,157
0,107	0,106	0,32	0,114	1,143	1,13
0,094	0,093	0,319	0,114	1,125	1,114
0,085	0,084	0,318	0,114	1,113	1,104
0,078	0,077	0,318	0,113	1,104	1,097
0,072	0,071	0,317	0,113	1,097	1,092
0,068	0,066	0,317	0,113	1,091	1,088
0,064	0,063	0,316	0,113	1,086	1,086
0,061	0,059	0,315	0,113	1,083	1,084
0,058	0,057	0,315	0,112	1,080	1,083
0,056	0,054	0,314	0,112	1,077	1,083
0,053	0,052	0,313	0,112	1,075	1,082
0,052	0,05	0,313	0,112	1,073	1,083
0,05	0,049	0,312	0,111	1,071	1,083
0,048	0,047	0,312	0,111	1,07	1,084
0,047	0,046	0,311	0,111	1,069	1,085
0,046	0,045	0,31	0,111	1,068	1,086
0,045	0,044	0,31	0,11	1,067	1,088
0,044	0,043	0,309	0,11	1,066	1,089

Источник: авторская разработка

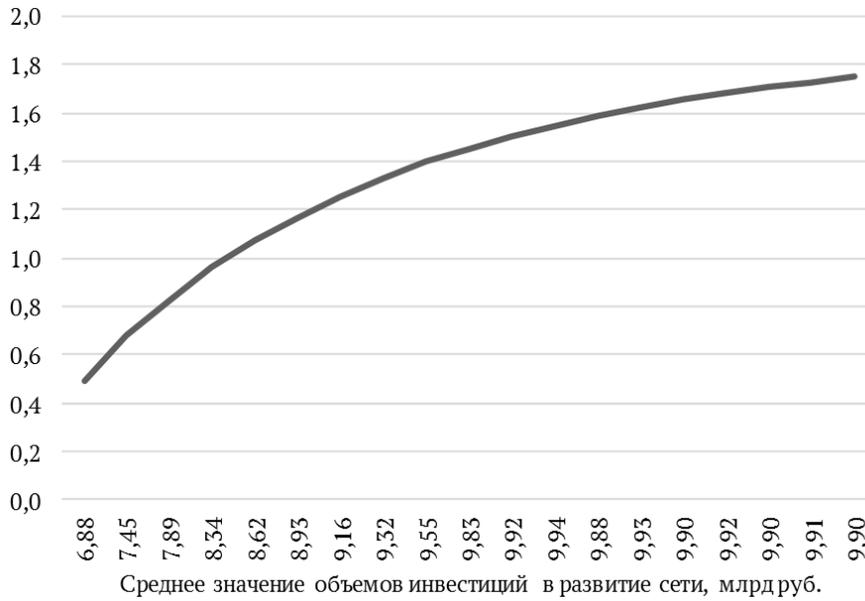
Source: Authoring

**Рисунок 1**

**Вид зависимости затратной эластичности по выпускам от объемов инвестиций (при ограничении на инвестиции)**

**Figure 1**

**Dependence of cost elasticity of output on investment volumes (network development with investment constraints)**



Источник: авторская разработка

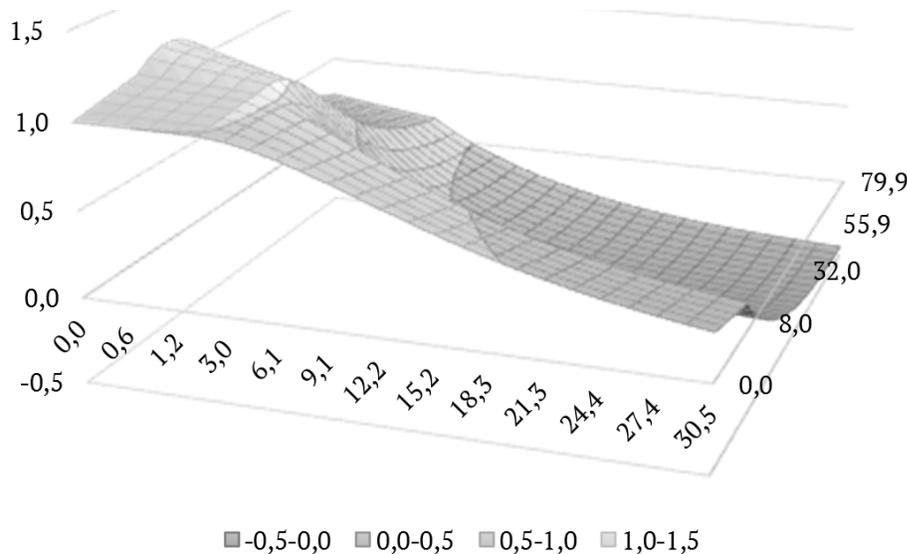
Source: Authoring

**Рисунок 2**

**Индикатор экономии от структуры (развитие сети при ограничении на инвестиции)**

**Figure 2**

**Economy of scope indicator (network development with investment constraints)**



Источник: авторская разработка

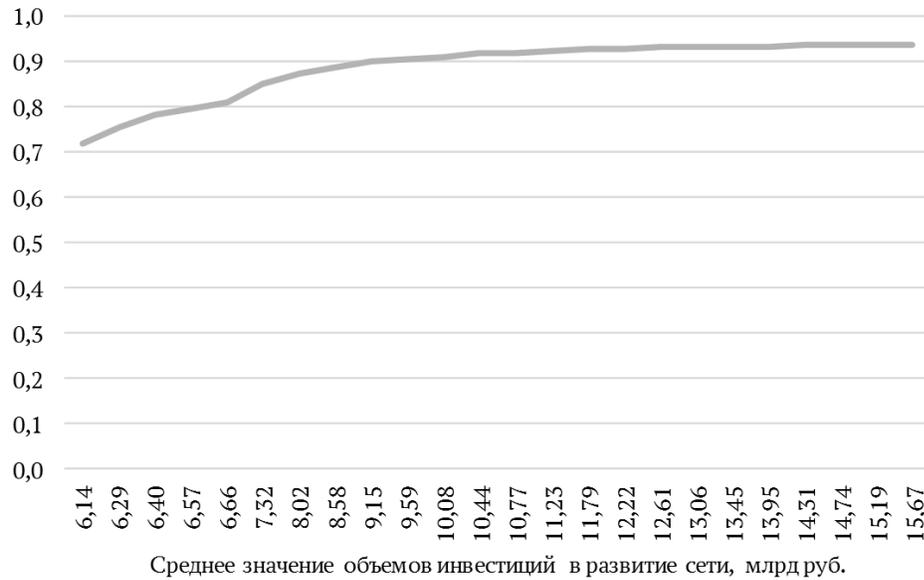
Source: Authoring

**Рисунок 3**

**Вид зависимости затратной эластичности по выпускам от объемов инвестиций  
(развитие сети без ограничений на инвестиции)**

**Figure 3**

**Dependence of cost elasticity of output on investment volumes  
(network development without investment constraints)**



Источник: авторская разработка

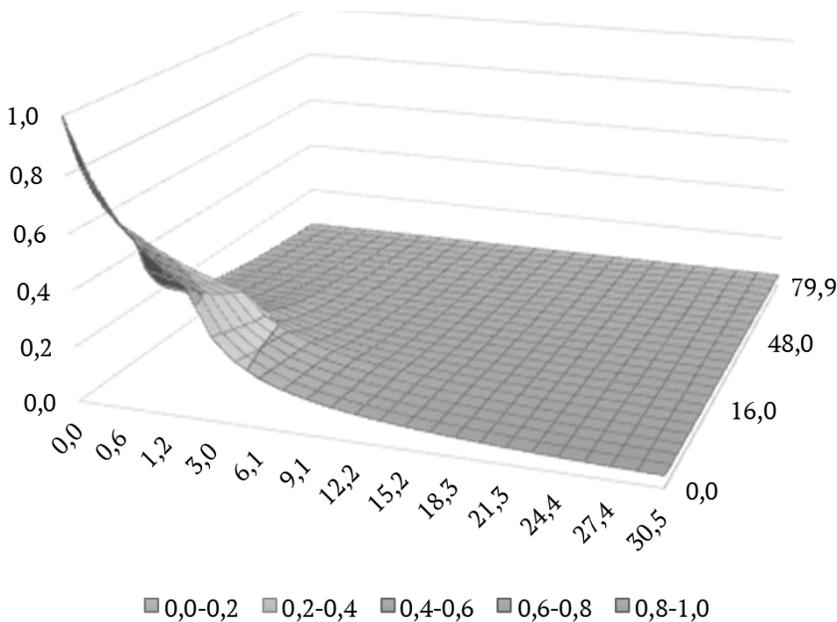
Source: Authoring

**Рисунок 4**

**Индикатор экономии от структуры (развитие сети без ограничений на инвестиции)**

**Figure 4**

**Economy of scope indicator (network development without investment constraints)**



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. Baumol W.L., Panzar J.C., Willig R.D. Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1982, 497 p.  
URL: <https://trove.nla.gov.au/version/45062473>
2. Belousova N.I., Bushansky S.P., Livchits V.N., Vasilieva E.M. Modern Approaches to Natural Monopoly Identification and Regulation under Russian Economic Reform. In: A. Tavridze (ed.) Progress in Economic Research. Vol. 32. N.Y., Nova Science Publishers, 2015, pp. 39–65.
3. 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.
4. Wang Chiang S.J., Friedlaender A.F. Output Aggregation, Network Effects, and the Measuring of Trucking Technology. *Review of Economics and Statistics*, 1984, vol. 66, iss. 2, pp. 267–276.  
URL: <https://doi.org/10.2307/1925827>
5. Левит Б.Ю., Лившиц В.Н. Нелинейные сетевые транспортные задачи. М.: Транспорт, 1972. 144 с.
6. Gasmi F., Laffont J.J., Sharkey W.W. The Natural Monopoly Test Reconsidered: An Engineering Process-Based Approach to Empirical Analysis in Telecommunications. *International Journal of Industrial Organization*, 2002, vol. 20, iss. 4, pp. 435–459.  
URL: [https://doi.org/10.1016/S0167-7187\(00\)00103-X](https://doi.org/10.1016/S0167-7187(00)00103-X)
7. Caves J.W., Christensen L.R., Tretheway M.W. Economies of Density versus Economies of Scale. Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ. *RAND Journal of Economics*, 1984, vol. 15, iss. 4, pp. 471–489. URL: <https://www.jstor.org/stable/2555519>
8. Белоусова Н.И., Бушанский С.П., Васильева Е.М., Васильев В.Б. Естественные монопольные свойства транспортных сетей: многопродуктовые модели диагностики // Аудит и финансовый анализ. 2018. Вып. 2. С. 129–147.
9. Roller L.H. Proper Quadratic Cost Functions with an Applications to the Bell System. *The Review of Economics and Statistics*, 1990, vol. 72, iss. 2, pp. 202–210.  
URL: <https://doi.org/10.2307/2109709>
10. Pulley L.B., Braunstein Y.M. A Composite Cost Function for Multiproduct Firms with an Application to Economies of Scope in Banking. *The Review of Economics and Statistics*, 1992, vol. 74, iss. 2, pp. 221–230. URL: <https://doi.org/10.2307/2109653>
11. Spady R.H., Friedlaender A.F. Hedonic Cost Functions for the Regulated Trucking Industry. *Bell Journal of Economics*, 1978, vol. 9, iss. 1, pp. 159–179. URL: <https://doi.org/10.2307/3003618>
12. Samset K., Volden G.H. Front-End Definition of Projects: Ten Paradoxes and Some Reflections Regarding Project Management and Project Governance. *International Journal of Project Management*, 2016, vol. 34, iss. 2, pp. 297–313.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.014>
13. Флиvbьорг Б., Брузелиус Н., Ротенгаттер В. Мегaproекты и риски. Анатомия амбиций. М.: Альпина Паблишер, 2014. 288 с.
14. Красковский А., Яковлев П. Преобразование системы управления – цель или средство реформирования железнодорожного транспорта? // Вектор транспорта. 2015. № 3. С. 30–35.  
URL: [http://noula.ru/uploadedFiles/files/Vector\\_transporta\\_3\\_may2015.pdf](http://noula.ru/uploadedFiles/files/Vector_transporta_3_may2015.pdf)

15. Хусаинов Ф.И. Реформа железнодорожной отрасли в России: проблемы незавершенной либерализации. М.: Наука, 2015. 272 с.
16. Vickerman R. Wider Impacts of Megaprojects: Curse or Cure? In: B. Flyvbjerg (ed.) *The Oxford Handbook of Megaproject Management*. Oxford, Oxford University Press, 2017, pp. 389–405. URL: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198732242.013.1>
17. Идрисов Г.И., Пономарева Е.А. Анализ эффективности работы естественных монополий в России. М.: РАНХиГС, 2016. 80 с.
18. Позамантур Э.И. Вычислимое общее равновесие экономики и транспорта. Транспорт в динамическом межотраслевом балансе. М: Поли Принт Сервис, 2014. 280 с.
19. Swan P.F., Belzer M.H. Empirical Evidence of Toll Road Traffic Diversion and Implications for Highway Infrastructure Privatization. *Public Works Management & Policy*, 2010, vol. 14, iss. 4, pp. 351–373. URL: <https://doi.org/10.1177/1087724X09360806>
20. Авдашева С.Б., Орлова Ю.А. Эффекты реформ тарифного регулирования естественных монополий: опыт российских электросетевых компаний // Энергетическая политика. 2014. № 4. С. 12–21.
21. Averch H., Johnson L.L. Behavior of the Firm under Regulatory Constraints. *The American Economic Review*, 1962, vol. 52, iss. 5, pp. 1053–1059.
22. Boyce D., Xiong Q. User-Optimal and System-Optimal Route Choices for a Large Road Network. *Review of Network Economics*, 2004, vol. 3, iss. 4, pp. 371–380. URL: <https://doi.org/10.2202/1446-9022.1058>
23. Лившиц В.Н., Володина Е.Е. Об алгоритме «наводнение» приближенного решения гладких задач нелинейного программирования с линейными ограничениями большой размерности // Экономика и математические методы. 2019. Т. 55. Вып. 4. С. 91–102. URL: <https://doi.org/10.31857/S042473880006776-2>

### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## ASSESSMENT OF INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY PARAMETERS IN CONDITIONS OF REFORMING THE STATE REGULATION OF RUSSIAN NATURAL MONOPOLIES

Nataliya I. BELOUSOVA <sup>a\*</sup>, Sergei P. BUSHANSKII <sup>b</sup>, Elena M. VASIL'eva <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Federal Research Center 'Informatics and Management', Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
belousova@isa.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-5075-6787>

<sup>b</sup> Central Economics and Mathematics Institute (CEMI), Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
dbd-s@yandex.ru  
ORCID: not available

<sup>c</sup> Federal Research Center 'Informatics and Management', Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
vasileva@isa.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

### Article history:

Article No. 92/2020  
Received 19 February 2020  
Received in revised form  
28 February 2020  
Accepted 16 March 2020  
Available online  
28 April 2020

**JEL classification:** C18,  
C61, L12

**Keywords:** natural monopoly,  
legislative initiative, network  
infrastructure technology,  
diagnostics of properties,  
generation of unobservable  
data

### Abstract

**Subject.** The article deals with network infrastructure modeling to assess its natural monopoly properties and analyze possibilities for incorporating the potential of theoretical and applied model justification into management procedures under reform of government regulation of Russian natural monopolies.

**Objectives.** The aim is to elaborate methodological guidelines for assessment of infrastructure technology parameters, taking into account network specifics and proposed changes in Russian legislation in the sphere of natural monopolies and incorporating a number of theoretical and applied models.

**Methods.** We apply our own approach to modeling more adequate assessments of network infrastructure technology parameters, and a methodology for diagnostics of natural monopoly properties of infrastructure technologies given the uncertainty of source information.

**Results.** The study formulates methodological guidelines for diagnostics of natural monopoly properties based on modeling the parameters of network infrastructure technology. We analyzed the situation resulting from structural reforms of Russian natural monopolies, presented some results of experimental model calculations with estimated impact of investment component of total cost on economic characteristics of infrastructure technologies. Furthermore, we obtained analytical assessments for different scenarios of network technology development.

**Conclusions.** The proposed methodological guidelines for modeling the parameters of network infrastructure technology may serve as a basis of the system of interdisciplinary justifications for reforming the government regulation of Russian natural monopolies with increased emphasis on network component.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

**Please cite this article as:** Belousova N.I., Bushanskii S.P., Vasil'eva E.M. Assessment of Infrastructure Technology Parameters in Conditions of Reforming the State Regulation of Russian Natural Monopolies. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2020, vol. 19, iss. 4, pp. 663–682.  
<https://doi.org/10.24891/ea.19.4.663>

### Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), grant № 20-010-00135.

## References

1. Baumol W.L., Panzar J.C., Willig R.D. *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*. New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1982, 497 p.  
URL: <https://trove.nla.gov.au/version/45062473>
2. Belousova N.I., Bushansky S.P., Livchits V.N., Vasilieva E.M. Modern Approaches to Natural Monopoly Identification and Regulation under Russian Economic Reform. In: A. Tavridze (ed.) *Progress in Economic Research*. Vol. 32. N.Y., Nova Science Publishers, 2015, pp. 39–65.
3. Belousova N.I., Vasil'eva E.M. [Diagnostics on characteristics of network infrastructure technology under modification of Russian natural monopoly State regulation]. *Rossiiskii ekonomicheskii zhurnal = Russian Economic Journal*, 2019, no. 3, pp. 25–35. (In Russ.)
4. Wang Chiang S.J., Friedlaender A.F. Output Aggregation, Network Effects, and the Measuring of Trucking Technology. *The Review of Economics and Statistics*, 1984, vol. 66, iss. 2, pp. 267–276.  
URL: <https://doi.org/10.2307/1925827>
5. Levit B.Yu., Livshits V.N. *Nelineinye setevye transportnye zadachi* [Non-linear network transport problems]. Moscow, Transport Publ., 1972, 144 p.
6. Gasmi F., Laffont J.J., Sharkey W.W. The Natural Monopoly Test Reconsidered: An Engineering Process-Based Approach to Empirical Analysis in Telecommunications. *International Journal of Industrial Organization*, 2002, vol. 20, iss. 4, pp. 435–459.  
URL: [https://doi.org/10.1016/S0167-7187\(00\)00103-X](https://doi.org/10.1016/S0167-7187(00)00103-X)
7. Caves D.W., Christensen L.R., Tretheway M.W. Economies of Density versus Economies of Scale. Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ. *The RAND Journal of Economics*, 1984, vol. 15, iss. 4, pp. 471–489. URL: <https://www.jstor.org/stable/2555519>
8. Belousova N.I., Bushanskii S.P., Vasil'eva E.M., Vasil'ev V.B. [Natural monopoly properties of transport networks: Multiproduct diagnostic models]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2018, iss. 2, pp. 129–147. (In Russ.)
9. Roller L.-H. Proper Quadratic Cost Functions with an Applications to the Bell System. *The Review of Economics and Statistics*, 1990, vol. 72, no. 2, pp. 202–210.  
URL: <https://doi.org/10.2307/2109709>
10. Pulley L.B., Braunstein Y.M. A Composite Cost Function for Multiproduct Firms with an Application to Economies of Scope in Banking. *The Review of Economics and Statistics*, 1992, vol. 74, iss. 2, pp. 221–230. URL: <https://doi.org/10.2307/2109653>
11. Spady R.H., Friedlaender A.F. Hedonic Cost Functions for the Regulated Trucking Industry. *The Bell Journal of Economics*, 1978, vol. 9, iss. 1, pp. 159–179.  
URL: <https://doi.org/10.2307/3003618>
12. Samset K., Volden G.H. Front-End Definition of Projects: Ten Paradoxes and Some Reflections Regarding Project Management and Project Governance. *International Journal of Project Management*, 2016, vol. 34, iss. 2, pp. 297–313.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.014>
13. Flyvbjerg B., Bruzelius N., Rothengatter W. *Megaproekty i riski. Anatomiya ambitsii* [Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition]. Moscow, Al'pina Publisher Publ., 2014, 288 p.

14. Kraskovskii A., Yakovlev P. [Transformation of the management system: A goal or means of reforming the railway transport?]. *Vektor transporta = Transport Vector*, 2015, no. 3, pp. 30–35. URL: [http://noula.ru/uploadedFiles/files/Vector\\_transporta\\_3\\_may2015.pdf](http://noula.ru/uploadedFiles/files/Vector_transporta_3_may2015.pdf) (In Russ.)
15. Khusainov F.I. *Reforma zheleznodorozhnoi otrasli v Rossii: problemy nezavershennoi liberalizatsii* [Reform of the railway industry in Russia: Problems of incomplete liberalization]. Moscow, Nauka Publ., 2015, 272 p.
16. Vickerman R. Wider Impacts of Megaprojects: Curse or Cure? In: B. Flyvbjerg (ed.) *The Oxford Handbook of Megaproject Management*. Oxford, Oxford University Press, 2017, pp. 389–405. URL: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198732242.013.1>
17. Idrisov G.I., Ponomareva E.A. *Analiz effektivnosti raboty estestvennykh monopolii v Rossii* [Analyzing the Efficiency of Natural Monopolies in Russia]. Moscow, RANEPА Publ., 2016, 80 p.
18. Pozamantir E.I. *Vychislimoe obshchee ravnovesie ekonomiki i transporta. Transport v dinamicheskom mezhotraslevom balanse* [Computable general equilibrium of economy and transport. Transport in a dynamic input-output model]. Moscow, Poli Print Servis Publ., 2014, 280 p.
19. Swan P.F., Belzer M.H. Empirical Evidence of Toll Road Traffic Diversion and Implications for Highway Infrastructure Privatization. *Public Works Management & Policy*, 2010, vol. 14, iss. 4, pp. 351–373. URL: <https://doi.org/10.1177/1087724X09360806>
20. Avdasheva S.B., Orlova Yu.A. [The effects of reforms of tariff regulation of natural monopolies: The experience of Russian power grid companies]. *Energeticheskaya politika = Energy Policy*, 2014, no. 4, pp. 12–21. (In Russ.)
21. Averch H., Johnson L.L. Behavior of the Firm under Regulatory Constraints. *The American Economic Review*, 1962, vol. 52, iss. 5, pp. 1053–1059.
22. Boyce D., Xiong Q. User-Optimal and System-Optimal Route Choices for a Large Road Network. *Review of Network Economics*, 2004, vol. 3, iss. 4, pp. 371–380. URL: <https://doi.org/10.2202/1446-9022.1058>
23. Livshits V.N., Volodina E.E. [On Flood Algorithm for Approximate Solution of Smooth Nonlinear Programming Problems with Linear Constraints of Large Dimension]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2019, vol. 55, iss. 4, pp. 78–88. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.31857/S042473880006776-2>

### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.