

Особенности моделирования инфраструктурных технологий с учетом изменений законодательства по естественным монополиям*

Н.И. БЕЛОУСОВА¹, Е.М. ВАСИЛЬЕВА¹

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

Аннотация. Предлагаемая методология моделирования сетевых инфраструктурных технологий анализируется в связи с обновляемыми представлениями естественных монополий в российском законодательстве. Выявляются направления законодательных инициатив и изменений, определяющие возможности включения в процедуры государственного управления потенциала теоретико-прикладных обоснований, связанных с синтезом моделей теории естественной монополии, моделей оптимизации развития сетей (внегородских транспортных, электроэнергетических и т.п.) и методов инвестиционного проектирования. На основе синтеза таких моделей формируется подход к построению более адекватных оценок параметров сетевых инфраструктурных технологий и диагностике их естественно-монопольных свойств. Для идентификации конкретной инфраструктурной подсистемы как естественной монополии проведены компьютерные эксперименты, предусматривающие тестирование многопродуктовой функции совокупных издержек на субаддитивность с использованием технологических детерминант/естественно-монопольных индикаторов деятельности. Приводятся некоторые результаты экспериментальных модельных расчетов с оценками влияния инвестиционной составляющей совокупных издержек на экономические характеристики инфраструктурных технологий. Представлены табличные и графические иллюстрации, строятся аналитические оценки.

Ключевые слова: естественные монополии, сетевые инфраструктурные технологии, синтез подходов, теория естественной монополии, технологические детерминанты/естественно-монопольные индикаторы деятельности, многопродуктовая функция совокупных издержек, тестирование на субаддитивность, оптимизация развития транспортных сетей, моделирование параметров инфраструктурных технологий, диагностика естественно-монопольных свойств.

DOI: 10.14357/20790279190302

Введение

При принятии решений в сферах государственного регулирования естественных монополий, согласно современным представлениям, необходимо использовать систему обоснований, отвечающую как требованиям адекватной, адаптированной к специфике объекта и ситуации, теории, так и условиям практического применения. Однако до сих пор это утверждение в российских реалиях оказывается в центре многочисленных и многоаспектных дискуссий, прежде всего, междисциплинарных – на стыке юридических и экономических наук.

* Работа выполнена частично при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 17-06-00041 «Разработка системной методологии оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях нестационарной российской экономики»).

Анализ процессов реформирования отечественных естественных монополий, непосредственно связанный с соответствующими положениями российского законодательства как институциональной основы проводимых преобразований на транспорте, прежде всего, железнодорожном, электроэнергетике, в инженерной инфраструктуре городов и др., а также исследования законодательного аспекта реформ на общехозяйственном и отраслевом уровнях в сфере естественной монополии ведутся с начала 90-х гг., хотя само понятие в российском экономическом тезаурусе было легализовано в 1995 году в связи с выходом ФЗ «О естественных монополиях» [1]. Целый ряд исследований по анализу государственного регулирования естественных монополий (с учетом за-

рубежного опыта реформ) проводился в ИСА РАН и продолжается в ФИЦ ИУ РАН, в том числе авторами настоящей статьи. И в целом, по-прежнему, можно утверждать, что имеет место весьма значимый разрыв между потенциалом теории и российской практикой государственного регулирования в рассматриваемой сфере.

В последние годы акцент в научных дискуссиях по государственному регулированию естественных монополий заметно смещается в сторону радикальных реформ соответствующей законодательной базы, причем на первый план выходит обсуждение соотношений ФЗ «О естественных монополиях» с кругом вопросов, охватываемых другими законодательными документами, связанными с тарифным регулированием, защитой конкуренции, управлением специфическими активами – ключевыми мощностями производства инфраструктурных услуг и т.п., а также с корректировкой понятийного аппарата, способов идентификации – отнесения инфраструктурных подсистем к естественным монополиям и др. Примечательно, что столь активно обсуждаемая подготовка существенных изменений российского законодательства, во многом позитивных и вполне обоснованных, обходит стороной анализ возможностей включения в управленческие процедуры потенциала теоретико-прикладных модельных оценок. Как следствие, проблема построения адекватной оценки и методов обоснования эффективных решений по государственному управлению в рассматриваемой сфере остается. Не принимается во внимание, что даже использование общепринятого интуитивного определения естественной монополии, как состояния рынка, при котором производство требуемого объема продукции/услуг дешевле одной фирмой, чем несколькими, предполагает, хотя и в неявной форме, ситуационную оценку.

Цель данной статьи – рассмотреть, с принятием в расчет вводимых и обсуждаемых изменений российского законодательства в сферах естественных монополий, методологические положения, основанные на синтезе ряда теоретико-прикладных подходов, в итоге позволяющих учесть сетевую специфику инфраструктурных технологий и дать оценку влияния инвестиционной составляющей в совокупных издержках на результаты диагностики естественного-монопольных свойств анализируемых инфраструктурных объектов.

Соответственно, по структуре статьи первая ее часть отведена анализу текущих изменений в российском законодательстве по естественным монополиям, вторая – рассмотрению методологии моделирования параметров сетевых инфраструктурных технологий и диагностике естественного-монопольных свойств на основе синтеза методов теории естественной монополии, оптимизации развития сетей и инвестиционного проектирования, и третья часть – построению примеров компьютерных экспериментов по реализации предлагаемого подхода.

турных технологий и диагностике естественного-монопольных свойств на основе синтеза методов теории естественной монополии, оптимизации развития сетей и инвестиционного проектирования, и третья часть – построению примеров компьютерных экспериментов по реализации предлагаемого подхода.

1. О направлениях изменений в законодательстве по естественным монополиям и возможностях включения потенциала теоретико-прикладных обоснований

Происходящие в сферах российских естественных монополий изменения значительным образом определяются в рамках соответствующего законодательства, регламентирующего эти сферы деятельности и генерирующего импульсы для дальнейшего развития [2]. Так исторически сложилось в новейшей истории нашей страны – начиная от принятия ФЗ РФ «О естественных монополиях» [1]. Намечаемые в настоящее время изменения в законодательной области в рассматриваемых сферах, прежде всего, формируются по следующим основным направлениям.

- *Изменения рамок государственного регулирования естественных монополий*, вплоть до упразднения ФЗ РФ «О естественных монополиях». Согласно законопроекту, который в начале апреля с.г. был внесен ФАС на рассмотрение правительства (судя по интервью зам. главы ФАС [3]), ряд положений этого закона предлагается передать в ФЗ РФ «О защите конкуренции» [4], а то, что относится к ценовому регулированию – в подготавливаемый ФЗ «Об основах государственного регулирования цен (тарифов)» [5,6]. Представляется, что реализация инициатив в части разнесения отдельных положений единого закона по ряду законодательных актов приведет к усложнению условий государственного регулирования естественных монополий как системы.
- *Изменения режимов ценового регулирования отраслевых инфраструктурных подсистем, предусмотренные в проекте ФЗ «Об основах государственного регулирования цен (тарифов)»* (его вариантах [5,6]), как попытка создания единого методологического подхода к регулированию в различных отраслевых сферах и ухода от множества существующих разрозненных законодательных актов. Само по себе, это, казалось бы, имеет рациональное зерно и непосредственно связано с выработкой унифици-

рованных инструментов регулирования. Также можно его рассматривать и как способ ухода от необходимости учета естественно-монопольной специфики при определении режимов ценообразования, в том числе, применительно к оценке цен доступа к сетевым инфраструктурным объектам, что вряд ли следует признать целесообразным.

- *Смещение акцентов при выделении управляемых естественно-монопольных объектов и определении управляющих воздействий от отраслевых подсистем (соответствующих видов перевозок) к сетевым активам.* Согласно новым законодательным инициативам [3,5,6], в определении естественной монополии акценты перемещаются на технологический фактор, наличие сетевой инфраструктуры и выделение в качестве естественно-монопольных собственно сетевых активов: инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, объектов электросетевого хозяйства, систем магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов, магистральных газораспределительных трубопроводов, сетей сооружений связи, объектов теплосетевого хозяйства, систем централизованного газоснабжения и водотова.

Соответственно, значимая роль в управлении в сферах естественных монополий отводится характеристикам отраслевой технологии. Отметим, что отраслевая технология (представляемая через систематизированное описание и оценку способов производства товаров/услуг, наличие определенных ресурсов и оценок эффективности преобразования затрат в результаты) может рассматриваться как важнейшая составляющая теоретико-прикладных обоснований эффективных управленческих решений при формировании аналитических и прогнозных оценок в системе диагностики. Способы модельного описания параметров инфраструктурных технологий могут быть достаточно универсальными, и в то же время существенным образом допускать, и с необходимостью предусматривать, учет естественно-монопольной специфики.

В определенной мере предлагаемые изменения по смещению акцентов на особенности технологии инфраструктурных подсистем вполне позитивны – с позиций относительно большего приближения к учету сетевой специфики естественно-монопольных объектов. При этом, как для ситуации, определяемой ФЗ «О естественных монополиях» [1], так и для условий, связанных с реализацией рассматриваемых законодательных инициатив [3,5,6], имеет место априорная иден-

тификация сфер естественной монополии на заданном множестве отраслевых естественно-монопольных видов деятельности, соответствующих инфраструктурных технологий, подпадающих под государственное регулирование, но без специально предусмотренных оценочных процедур.

2. Методологические положения по моделированию параметров сетевых инфраструктурных технологий и диагностике естественно-монопольных свойств

В кратком изложении ключевые методологические положения по моделированию параметров сетевых инфраструктурных технологий и диагностике естественно-монопольных свойств анализируемых объектов могут быть представлены следующим образом.

1. Методология носит междисциплинарный характер и ориентирована на синтез моделей, разрабатываемых в рамках теории естественной монополии [7-12], с использованием моделей сетевой оптимизации [13] и инвестиционного проектирования [14].
2. Проверка естественно-монопольных свойств базируется на моделировании многопродуктовой функции совокупных издержек и тестировании ее на субаддитивность¹ с использованием ряда технологических детерминант, таких как экономия от масштаба/плотности сети, экономия от структуры, средние приростные издержки и др., причем динамика оценок существенна для диагностики².
3. Учитывается, что на результаты прикладного анализа отраслевой многопродуктовой функции издержек оказывает определяющее влияние выбор типа используемой эконометрической модели [7,15,16]: это, прежде всего, необходимо для обеспечения априорной непредсказуемости моделируемых значений технологических детерминант как естественно-монопольных индикаторов деятельности³.

¹ 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.

² Модели указанных технологических детерминант/естественно-монопольных индикаторов деятельности представлены в [7,12]. Их содержательные определения приведены далее в расчетной части статьи.

³ 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 [7].

4. Существенным образом используется сетевая концепция субаддитивности, предназначенная для идентификации естественной монополии в рамках сетевых инфраструктурных подсистем с нелинейными затратными характеристиками, в том числе, для выявления режимов перегруженности (резко нелинейного роста издержек на эксплуатацию и развитие сети при растущем спросе на перевозки) [10].
5. Предусматривается использование гедонического подхода [7], который допускает непосредственное включение в модель функции издержек дополнительных параметров, отражающих характер деятельности на сетях, а также – специальных технико-экономических характеристик оборудования, показателей интенсивности его эксплуатации, объемов привлекаемых инвестиций и др.
6. В части прикладных моделей диагностики естественного монополия свойства инфраструктурных технологий одна из важнейших позиций связана с учетом и «автономным» моделированием факторов производства (труда, капитала, земли, информационных ресурсов, организационных и предпринимательских способностей), отвечающих определенному уровню отраслевой инфраструктурной технологии.
7. Основу расчетов параметров сетевых технологий при диагностике естественного монополия свойства составляют специально – на базе инженерного подхода – генерируемые данные о режимах деятельности инфраструктурной подсистемы, отвечающие минимизации совокупных издержек с использованием алгоритмов сетевой нелинейной оптимизации, что обеспечивается применением информационной технологии [17], разработанной совместно ИСА РАН и ЦЭМИ РАН.

Полученные данные в совокупности составляют информационную базу для развернутой диагностики естественного монополия свойства инфраструктурных технологий, включая: выбор оптимальных вариантов расщепления многопродуктового выпуска; формирование ортогональных разбиений (по гипотетическим специализированным предприятиям); оценку степени близости фактических значений и характеристик оптимальной технологии (с использованием ретроспективной информации), а также определение значений проектируемых параметров, ориентированных на оптимизацию в задачах стратегического анализа и планирования.

Регулярное проведение диагностики, по сути дела, налаживание мониторинга и построения си-

стемы оценок прогнозирования естественно-монопольных свойств сетевых инфраструктурных объектов, становится более необходимым в новых условиях государственного регулирования. Целесообразность идентификации, проверки естественно-монопольных свойств объектов, относительно которых обновляются и законодательно вводятся специальные регламенты государственного управления, диктуется, прежде всего, присущей естественным монополиям временной неустойчивостью, изменчивостью их состояний, измеряемой и по особым параметрам сетевой инфраструктурной технологии (системе так называемых «технологических детерминант»), и по специальным ценовым характеристикам (в том числе, ценам доступа к инфраструктуре), весьма значимым для субъектов хозяйствования на рынке инфраструктурных услуг⁴. Эти утверждения доказаны теоретически [7,10] и подтверждены целым рядом экспериментальных исследований (см., например, [18,19]). Результаты, полученные в рамках теории, а также при эмпирическом и модельном анализе параметров инфраструктурной технологии, показывают: явления неустойчивости естественной монополии преимущественно связаны с развитием соответствующей отраслевой подсистемы и масштабами дополнительных инвестиций, в том числе, обусловленных ростом спроса на услуги и введением инноваций. Таким образом, априорный отказ от диагностики естественного монополия свойства противоречит природе анализируемого объекта.

Типы управленческих задач, непосредственным образом связанных с рассматриваемой проблематикой теоретико-прикладного анализа и подходами к моделированию отраслевых инфраструктурных технологий, прежде всего, могут быть ориентированы на обоснование нормативов различных видов затрат (удельных показателей затрат на единицу выпуска), определяющих эффективные способы производства в рамках той или иной отраслевой инфраструктурной подсистемы. Соответственно – на корректировку представлений о возможных и целесообразных методологических подходах, способах формирования этих нормативов с элементами оптимизации.

Формирование приемлемой нормативной базы – прежде всего, в рамках системы государственного регулирования – является основой для проведения широкого спектра аналитических и прогнозных расчетов. Это позволит определить направления адекватного решения целого ряда конкретных управленческих задач мезо-экономи-

⁴ Соответственно, выделяется нормативная (технологическая) и поведенческая (ценовая) идентификация (см., например, [7]).

ческого уровня, связанных с выявлением резервов роста эффективности используемых ресурсов, прежде всего, применительно к отраслевым инфраструктурным подсистемам, а также – в более широком межотраслевом и макроэкономическом контексте. Более того, реализация предлагаемых подходов к моделированию параметров отраслевых инфраструктурных технологий позволяет сформировать информационную базу для последующих прогнозных расчетов по результатам оценки параметров технологий с использованием всей системы технологических детерминант [7,8,10], связанных с динамическими характеристиками деятельности: преимущественно природными характеристиками затрат, оценками эластичностей спроса продукции по цене, затратными эластичностями по выпускам/видам деятельности и т.п.

3. Примеры экспериментальных расчетов по моделированию параметров инфраструктурных технологий

Рассмотрим пример реализации ряда подходов по диагностике естественно-монопольных свойств в части исследования влияния динамики инвестиций на параметры сетевой инфраструктурной технологии, прежде всего, через затратные эластичности, связанные с ними оценки технологических детерминант/ естественно-монопольных индикаторов деятельности. Соответственно, за счет варьирования характеристик спроса и ресурсных факторов, в значительной мере определяемых уровнем и динамикой инвестиций, обеспечивается учет неопределенности информационной базы оценки.

При моделировании параметров инфраструктурных технологий и диагностике естественно-монопольных свойств будем ориентироваться, прежде всего, на такие технологические детерминанты/естественно-монопольные индикаторы деятельности, как экономия от масштаба, экономия от структуры, средние природные издержки.

Индикатор экономии от масштаба (S) позволяет при оптимизации технологии сопоставлять динамику роста совокупных издержек и роста объемов выпуска продукции/услуг, что математически выражается в виде обратной величины к затратной эластичности.

Индикатор экономии от структуры (SC), называемый также экономией от разнообразия, оценивается через экономию в издержках при сравнении следующих вариантов организации многопродуктового производства: затраты от совместного производства всех видов продукции/услуг и затраты производителей, полностью специализированных

по одному или нескольким видам деятельности, суммарно обеспечивающих тот же объем спроса.

Оценка индикатора средних природных издержек (AIC) связана с началом выпуска некоторого одного продукта или, напротив, прекращением его выпуска при условии, что условно-постоянные затраты с учетом инвестиционной составляющей отвечают оптимальным в смысле минимизации издержек технологиям, причем и для полного многопродуктового вектора выпуска, и для вектора выпуска с нулевым значением координаты, соответствующей данному продукту. Расчет AIC включает оценку прироста издержек (или их экономии) на единицу объема выпуска этого продукта, так что AIC является однопродуктовой функцией средних издержек.

В качестве «полигона» для экспериментальной оценки технологических детерминант используется некоторая внегородская транспортная сеть регионального уровня. Эконометрическим способом моделируется агрегированная общесетевая краткосрочная квази-функция совокупных издержек с использованием квадратичной функциональной формы для многопродуктового случая [7] (с включением характеристик варьируемого спроса по грузовым и пассажирским перевозкам [17,19]).

Технология перевозок моделируется в обобщенном виде – включается и распределение потоков, и развитие сети, причем рассматривается сеть заданной топологии, а под развитием понимается модернизация (и/или реконструкция) существующих звеньев для повышения их пропускной способности. Территориальная «привязка» спроса осуществляется в процессе преобразования объемов грузовых и пассажирских перевозок в соответствующую многослойную (по видам ингредиентов потока) шахматную таблицу корреспонденций по транспортной сети.

Информационную основу для оценки параметров технологии перевозок обеспечивает реализация «инженерного» подхода к генерации ненаблюдаемых данных, прежде всего, данных о минимальных или приближенных к ним значениях совокупных издержек на перевозки и развитие сети. В данном случае в экспериментальных расчетах используется одна из версий информационной технологии синтеза сложных сетевых структур [17-19]. Центральное место занимают модели распределения потоков на сети фиксированной топологии по кратчайшим путям (в смысле минимальных предельных или средних издержек на маршрутах следования корреспонденций) и модели выбора эффективных способов модернизации существующих звеньев.

Предполагается, что динамикой цен на факторы производства можно пренебречь, при этом в ценах на ресурсы учтена инфляция издержек (путем дефлирования с использованием дефлятора ВВП, но без учета структурной инфляции).

Агрегированная общесетевая функция издержек моделируется для ряда сценариев развития сети, различающихся величиной ограничений на суммарный объем инвестиций и величиной ставки дисконта, также допускающей интерпретацию введения ограничений на объемы более «дорогих» (при больших ставках дисконта) или более «дешевых» (при меньших ставках дисконта) инвестиций, т.е. цен на соответствующий ресурс.

Иллюстративный материал по результатам расчетов для сценария, например, с ограничениями на инвестиции 10 млрд руб. и ставкой дисконта 0,1 представлен на Рис. 1,2 и в Табл. 1.



Рис. 1. Зависимость затратной эластичности по выпускам от объемов инвестиций (при ограничении на инвестиции 10 млрд руб.)
 Источник: составлен по авторским расчетам

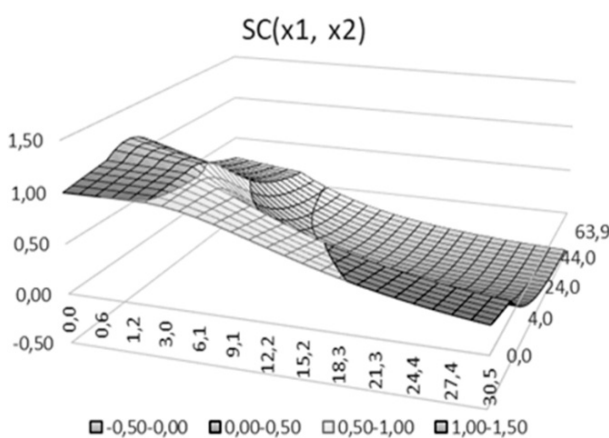


Рис. 2. Индикатор экономии от структуры (развитие сети при ограничении на инвестиции 10 млрд руб.)
 Источник: составлен по авторским расчетам

Из Рис. 1 видно, что средние значения затратной эластичности по выпускам – как ключевой характеристики отраслевой технологии – постепенно растут по мере развития сети, соответствующего росту спроса на грузовые и пассажирские перевозки, причем становятся больше единицы, когда спросовая нагрузка на сеть увеличивается значительно. Это в данном случае означает, что работа развиваемой сети до определенного уровня нагрузки остается эффективной, а затем по мере увеличения нагрузки становится неэффективной, т.е. рост издержек начинает опережать рост объемов выпуска, причем в итоге более, чем в 1,5 раза.

Включение в расчеты параметров технологии индикатора экономии от структуры и представление полученных зависимостей в графическом виде на Рис.2 показывает, что при увеличении спросовой нагрузки оценка экономии от структуры заметно снижается. Это означает, что данная характеристика экономии затрат также постепенно, по мере роста объемов перевозок, исчерпывается, как и оцениваемая величина индикатора экономии от масштаба (обратная к многопродуктовой затратной эластичности, представленной на Рис.1).

Снижение моделируемой оценки экономии от структуры может сигнализировать о перегруженности сети, недостаточном ее развитии при фиксированной топологии, необходимости проведения инвестиционных мероприятий по строительству дополнительных и/или дублирующих звеньев сети, усиления связности.

В целом, динамика моделируемых оценок экономии от структуры указывает на уменьшение эффективности технологии перевозок (выявляемой через систему технологических детерминант), а также на исчерпание эффекта взаимодополняемости по выпускаемым объемам продукции (грузовым и пассажирским перевозкам), осуществляемым видам деятельности, что выражается в уменьшении степени субаддитивности издержек – как оценки целостности транспортной сети, синергетического эффекта, свойственного естественно-монопольным технологиям.

Если к моделированию оценки эффективности рассматриваемой в данном примере инфраструктурной технологии привлечь (помимо указанных индикаторов экономии от структуры SC и экономии от масштаба S) еще и также весьма значимый, как доказано в теории естественной монополии [7], индикатор средних приростных издержек AIC , допускающий изолированное рассмотрение оптимальных средних издержек по грузовым ($x1$) и отдельно по пассажирским перевозкам ($x2$), то получаемые выводы по расширенному

набору технологических детерминант могут быть дополнены и уточнены.

Так, представленные в Табл.1 результаты расчетов по тому же сценарию, показывают следующее. При растущем спросе на перевозки и существенном ограничении на инвестиции средние оценки экономии от структуры не только убывают, но и становятся отрицательными. Это, согласно теоретическим положениям анализа многопродуктовых технологий, свидетельствует хотя и не о полной потере естественно-монопольных свойств, но существенном их исчерпании, возможно, целесообразном выделении специализированных инфраструктурных объектов. Более того, хотя средние оценки экономии от масштаба начинают «заранее» указывать на возможную потерю эффективности работы сети, т.е. при существенно меньших нагрузках на сеть, при которых еще $SC > 0$, не достигать значения единицы (по строкам сверху вниз в двух столбцах таблицы справа), такая их динамика не может обоснованно подтвердить (вопреки довольно распространенным представлениям) исчезновение статуса естественной монополии. Однако, как доказано в теории [7], эту ситуацию может идентифицировать следующий набор значений индикаторов SC и AIC : SC положительны, а AIC монотонно убывают во всей области анализа. Как следует из Табл.1 (по строкам сверху вниз в двух центральных столбцах), последнее условие не выполняется, что указывает на нарушение естественно-монопольных свойств данной транспортной сети при рассматриваемом сценарии ее деятельности и развития.

Табл. 1

Средние значения естественно-монопольных индикаторов (расчет при ограничении на инвестиции 10 млрд в год)

ср. арифм. $SC(x1, x2)$ по $x1$	ср. арифм. $SC(x1, x2)$ по $x2$	ср. арифм. $AIC(x1)$ по $x1$	ср. арифм. $AIC(x2)$ по $x2$	ср. геом. $S(x1, x2)$ по $x1$	ср. геом. $S(x1, x2)$ по $x2$
0,691	0,789	0,103	0,013	н/д	н/д
0,677	0,762	0,109	0,016	н/д	н/д
0,664	0,735	0,116	0,018	н/д	н/д
0,650	0,709	0,122	0,021	н/д	н/д
0,636	0,684	0,129	0,023	н/д	н/д
0,623	0,660	0,135	0,026	н/д	н/д
0,553	0,547	0,167	0,038	н/д	2,042
0,482	0,448	0,199	0,050	н/д	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
0,270	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	0,360	0,112	0,751	0,795
0,091	0,061	0,392	0,124	0,693	0,750
0,043	0,022	0,424	0,136	0,650	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	-0,110	0,585	0,197	0,546	0,615
-0,124	-0,127	0,617	0,210	0,536	0,604
-0,138	-0,141	0,650	0,222	0,528	0,594
-0,150	-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: составлена по авторским расчетам

Важно отметить, что ослабление ограничений на инвестиции в данном примере может существенно изменять выводы при использовании той же методологии диагностики естественно-монопольных свойств и моделировании параметров сетевой инфраструктурной технологии. Так, рассмотрим гипотетический сценарий, когда ограничения на инвестиции отсутствуют, т.е., например, регулятору удастся привлечь объем инвестиций для транспортной сети, требуемый при оптимальных режимах ее развития.

Компьютерные расчеты средних значений естественно-монопольных индикаторов (экономии от структуры, экономии от масштаба, приростных средних по каждому из переменных выпуска) показывают, что эффективно развиваемая транспортная сеть сохраняет свойства естественной монополии во всей области анализа (Табл.2). При этом по мере роста спроса экономия от структуры имеет место (необходимое условие субаддитивности), хотя и постепенно исчерпывается, и динамика остальных технологических детерминант также отвечает условиям естественной монополии: средние приростные издержки снижаются по каждому из продуктов (достаточные условия субаддитивности). Экономия от масштаба по всей выборке в среднем превышает единицу, что указывает на эффективный характер деятельности сети, оцениваемой через систему технологических детерминант.

Табл. 2

Средние значения естественно-монопольных индикаторов (расчет без ограничений на инвестиции)

ср. арифм. $SC(x_1, x_2)$ по x_1	ср. арифм. $SC(x_1, x_2)$ по x_2	ср. арифм. $AIC(x_1)$ по x_1	ср. арифм. $AIC(x_2)$ по x_2	ср. геом. $S(x_1, x_2)$ по x_1	ср. геом. $S(x_1, x_2)$ по x_2
0,238	0,246	0,321	0,115	н/д	н/д
0,214	0,220	0,321	0,115	1,389	1,376
0,196	0,200	0,321	0,115	1,322	1,306
0,182	0,184	0,321	0,115	1,282	1,265
0,170	0,171	0,321	0,115	1,254	1,237
0,160	0,160	0,321	0,115	1,233	1,216
0,126	0,126	0,320	0,114	1,173	1,157
0,107	0,106	0,320	0,114	1,143	1,130
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	0,050	0,313	0,112	1,073	1,083
0,050	0,049	0,312	0,111	1,071	1,083
0,048	0,047	0,312	0,111	1,070	1,084
0,047	0,046	0,311	0,111	1,069	1,085
0,046	0,045	0,310	0,111	1,068	1,086
0,045	0,044	0,310	0,110	1,067	1,088
0,044	0,043	0,309	0,110	1,066	1,089

Источник: составлена по авторским расчетам

Результаты расчетов также показывают, что в отсутствие ограничений на инвестиции зависимость затратной эластичности по выпускам от объемов инвестиций, расходуемых в среднем на развитие сети для каждой пары задаваемых объемов спроса на грузовые и пассажирские перевозки, имеет вид, представленный на Рис. 3.

Из графика на Рис. 3 видно, что средние значения затратной эластичности по выпускам по-



Рис. 3. Зависимость затратной эластичности по выпускам от объемов инвестиций (развитие сети без ограничений на инвестиции).
Источник: составлен по авторским расчетам

степенно увеличиваются по мере развития сети, соответствующего росту спроса на грузовые и пассажирские перевозки, но не превосходят единицы. Это означает, что на каждый процент прироста спроса совокупные издержки на работу и развитие сети прирастают меньше, чем на один процент, т.е. рост издержек отстает от роста объемов выпуска, что также свидетельствует об эффективности деятельности сети.

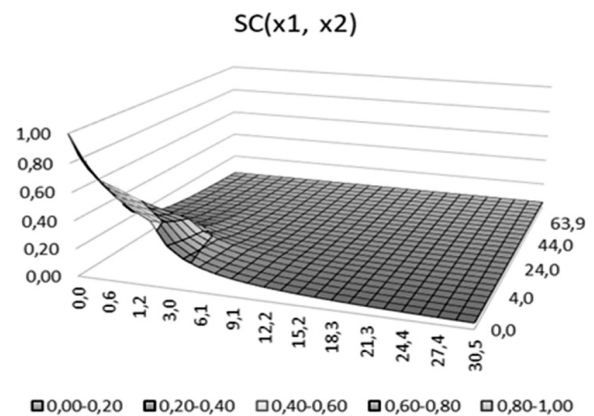


Рис.4. Индикатор экономии от структуры (развитие сети без ограничений на инвестиции).
Источник: составлен по авторским расчетам

Данные, представленные на Рис. 4, иллюстрируют ситуацию выполнения необходимого условия естественной монополии, когда значения SC , убывая в рассматриваемой области переменных выпусков (грузовых поездок в пределах от 0 до 30,5 млн в год, и пассажирских – от 0 до 63,9 млн в год), всюду остаются положительными ($SC > 0$).

Заключение

Рассмотренные методологические положения в значительной мере ориентированы на включение предлагаемой методологии моделирования параметров сетевых инфраструктурных технологий и диагностики естественно-монопольных свойств в систему принятия управленческих решений применительно к происходящим изменениям российского законодательства в сферах естественных монополий. Представленные результаты экспериментальных расчетов подтверждают целесообразность принятия в них существенных особенностей моделирования сетевых инфраструктурных технологий – с необходимостью обеспечения синтеза предлагаемых подходов к формированию информационной базы и оценок неопределенности инвестиционных процессов с использованием естественно-монопольных индикаторов деятельности.

Литература

1. *О естественных монополиях*: Федеральный закон РФ от 17.08.1995, №147-ФЗ (с изменениями и дополнениями).
2. Белоусова Н.И. Об изменении рамок государственного регулирования естественных монополий и ключевых направлениях ценовой оценки // Финансовая экономика. 2018. №7(11). С.1294-1297.
3. *Сейчас их четырнадцать, останется восемь*. Зам. главы ФАС Сергей Пузыревский о реформе регулирования госмонополий // Коммерсант. №56 от 01.04.2019. С.2.
4. *О защите конкуренции*: Федеральный закон РФ от 26.07.2006, №135-ФЗ (с изменениями и дополнениями).
5. *Об основах государственного регулирования цен (тарифов)*: проект Федерального закона. Подготовлен ФАС России (не внесен в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 20.07.2018). КонсультантПлюс.
6. *Об основах государственного регулирования цен (тарифов)*: проект Федерального закона. Подготовлен ФАС России (актуальный на 22.01.2019). fas.gov.ru.
7. Baumol W.L., Panzar J.C., Willig R.D. Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. N.Y.: NBJ. 1982. 497 p.
8. Белоусова Н.И., Васильева Е.М. Вопросы теории государственного регулирования и идентификации естественных монополий. М.: КомКнига, 2006. 320 с.
9. Белоусова Н.И. Практика проведения реформ и теоретические модели государственного регулирования естественных монополий. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2008. 112 с.
10. Васильева Е.М. Формирование оценок эффективности естественно-монопольных производственных систем. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2008. 176 с.
11. 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.
12. 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.
13. Левит Б.Ю., Лившиц В.Н. Нелинейные сетевые транспортные задачи. М.: Транспорт, 1972. 144 с.
14. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. 5-ое изд. перераб. и доп. М.: Поли Принт Сервис. 2015. 1300 с.
15. Roller L.H. Proper quadratic cost functions with an applications to the Bell System // The Review of Economics and Statistics. 1990. 72(2). P.202-210.
16. 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. 74(2). P.221-230.
17. *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.
18. Лившиц В.Н., Белоусова Н.И., Бушанский С.П., Васильева Е.М., Гук С.Н. Анализ динамики технологических детерминант естественно-монопольных транспортных сетей при оптимальном их развитии // Аудит и финансовый анализ. М.: ДСМ Пресс, 2011. Вып.4. С. 138-159.
19. *Естественно-монопольные свойства транспортных сетей*: многопродуктовые модели диагностики / Н.И.Белоусова., С.П. Бушанский, Е.М. Васильева, В.Б. Васильев // Аудит и финансовый анализ. 2018. Вып.2. С.129-147.

Белоусова Наталия Ивановна. Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН), г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник, доктор экономических наук. Количество печатных работ: более 150 (в т.ч. 6 монографий). Область научных интересов: методы межрегиональной социально-экономической оценки производственной инфраструктуры, теоретические модели государственного регулирования и практика проведения реформ в сферах естественных монополий, инновационные аспекты организационных изменений и развитие естественно-монопольных конкурентоспособных рынков, параметры стратегического развития естественно-монопольных подсистем, развитие системной методологии структурного регулирования естественных монополий. E-mail: belousova@isa.ru; natabel.52@mail.ru

Васильева Елена Михайловна. Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН), г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник, доктор экономических наук. Количество печатных работ: более 160 (в т.ч. 10 монографий). Область научных интересов: моделирование процессов функционирования и развития сетевых инфраструктурных подсистем, прежде всего, на транспорте; разработка теоретических и прикладных моделей идентификации естественной монополии, методов анализа динамики показателей сложной структуры; развитие методологии системного анализа и оценки эффективности деятельности российских естественных монополий. E-mail: vasilieva@isa.ru; vas10081946@gmail.com

Features of Infrastructure Technology Modeling under Changing Natural Monopoly Legislation

N.I.Belousova¹, E.M.Vasilieva¹

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

Abstract. Proposed methodology of infrastructure technology modeling is analyzed with regard to updated views of natural monopolies in Russian legislation. There are revealed the directions of legislative initiatives and changes to determine the possibilities on incorporation the potential set of theoretic-applied foundations in the state regulation procedures. It is connected to synthesis of the models of natural monopoly theory, optimization models of nonlinear physical networks development (extra-urban transport networks, electricity network, engineer’s infrastructural network, etc.) and also evaluation investment projects technique. On the basis of synthesis of the models it is formed the approach to adequate assessments of parameters of network infrastructure technologies and diagnostics of natural monopoly properties. To identify some subsystem of infrastructure as natural monopoly the computer experiments fulfilled. The experiments are oriented to testing subadditivity of multiproduct cost functions with using technological determinants, that is natural monopoly activity indicators. Number of results of experimental model calculations is given, first of all the impact assessment of investment component to economic characteristics of infrastructure technologies. Table and graphic illustrations are represented as well as analytical assessments.

Keywords: *natural monopolies, infrastructure technologies, synthesis of approaches, natural monopoly theory, technological determinants/natural monopoly activity indicators, multiproduct total cost function, testing on subadditivity, optimization of transport networks development, modeling of infrastructure technology parameters, diagnostics of natural monopoly properties*

DOI: 10.14357/20790279190302

References

1. *O estestvennyh monopoliyah*: Federal'nyj zakon RF ot 17.08.1995, №147-FZ (s izmeneniyami i dopolneniyami).
2. *Belousova N.I.* Ob izmenenii ramok gosudarstvennogo regulirovaniya estestvennyh monopolij i klyuchevyh napravleniyah cenovoj ocenki // *Finansovaya ekonomika*. 2018. №7(11). S.1294-1297.
3. *Sejchas ih chetyrnadcat'*, ostanetsya vosem'. Zam. glavy FAS Sergej Puzyrevskij o reforme regulirovaniya gosmonopolij // *Kommersant*. №56 ot 01.04.2019. S.2.
4. *O zashchite konkurencii*: Federal'nyj zakon RF ot 26.07.2006, №135-FZ (s izmeneniyami i dopolneniyami).
5. *Ob osnovah gosudarstvennogo regulirovaniya cen (tarifov)*: proekt Federal'nogo zakona. Podgotovlen FAS Rossii (ne vnesen v GD FS RF, tekst po sostoyaniyu na 20.07.2018). Konsul'tantPlyus.
6. *Ob osnovah gosudarstvennogo regulirovaniya cen (tarifov)*: proekt Federal'nogo zakona. Podgotovlen FAS Rossii (aktual'nyj na 22.01.2019). fas.gov.ru.
7. *Baumol W.L., Panzar J.C., Willig R.D.* Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. N.Y.: HBJ. 1982. 497 r.
8. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M.* Voprosy teorii gosudarstvennogo regulirovaniya i identifikacii estestvennyh monopolij. M.: KomKniga, 2006. 320 s.
9. *Belousova N.I.* Praktika provedeniya reform i teoreticheskie modeli gosudarstvennogo regulirovaniya estestvennyh monopolij. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2008. 112 s.
10. *Vasil'eva E.M.* Formirovanie ocenok effektivnosti estestvenno-monopol'nyh proizvodstvennyh sistem. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2008. 176 s.
11. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M., Livshic V.N.* Modeli identifikacii estestvennyh monopolij i gosudarstvennogo upravleniya imi (vozmozhnosti rasshireniya klassicheskoy teorii) // *Ekonomika i matematicheskie metody*. 2012. T.48. №3. S.64-78.
12. *Belousova N.I., Vasil'eva E.M.* Estestvenno-monopol'nye indikatory deyatelnosti: teoreticheskie i prikladnye aspekty analiza // *Trudy Instituta sistemnogo analiza Rossijskoj akademii nauk*. 2018. T.68. Vyp.3. S.69-82.
13. *Levit B.YU., Livshic V.N.* Nelinejnye setevye transportnye zadachi. M.: «Transport», 1972. 144 s.
14. *Vilenskij P.L., Livshic V.N., Smolyak S.A.* Ocenka effektivnosti investicionnyh proektov: Teoriya i praktika. 5-oe izd. pererab. i dop. M.: Poli Print Servis, 2015. 1300 s.
15. *Roller L.H.* Proper quadratic cost functions with an applications to the Bell System // *The Review of Economics and Statistics*. 1990. 72(2). P.202-210.
16. *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. 74(2). P.221-230.
17. *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. C.50-88.
18. *Livshic V.N., Belousova N.I., Bushanskij S.P., Vasil'eva E.M., Guk S.N.* Analiz dinamiki tekhnologicheskikh determinant estestvenno-monopol'nyh transportnyh setej pri optimal'nom ih razvitii // *Audit i finansovyj analiz*. M.: «DSM Press», 2011. Vyp.4. S. 138-159.
19. *Estestvenno-monopol'nye svoystva transportnyh setej: mnogoproduktovye modeli diagnostiki* / N.I.Belousova., S.P. Bushanskij, E.M.Vasil'eva, V.B.Vasil'ev // *Audit i finansovyj analiz*. 2018. Vyp.2. S.129-147.

Belousova N.I. Professor, Institute for Systems Analysis Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, 119333, 44/2 Vavilova str., Moscow, Russia, E-mail: belousova@isa.ru; natabel.52@mail.ru

Vasilieva E.M. Professor, Institute for Systems Analysis Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, 119333, 44/2 Vavilova str., Moscow, Russia, E-mail: vasileva@isa.ru; vas10081946@gmail.com