DOI: 10.17976/jpps/2014.06.02

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ПУБЛИЧНЫЙ КАПИТАЛ: ОТ МОДЕЛИ К ОЦЕНКЕ

А.С. Ахременко

АХРЕМЕНКО Андрей Сергеевич, доктор политических наук, профессор факультета социальных наук НИУ ВШЭ. Для связи с автором: aakhremenko@hse.ru

Статья поступила в редакцию: 17.08.2014. Принята к печати: 01.09.2014

Данное научное исследование (№ 14-01-0127) выполнено при поддержке Программы "Научный фонд НИУ ВШЭ" в 2014/2015 гг. и при поддержке РФФИ (проект 14-06-00226)

Аннотация. Исследование, представляемое в данной работе, имеет два фокуса. Первый из них – методологический, он связан с использованием формальных динамических моделей как связующего звена между теорией и процедурами эмпирической оценки. Второй фокус – предметный, ориентированный на проблемы эффективности государства в производстве общественных благ, накопления и использования публичного капитала (*public capital*). Объединяя их, мы показываем, каким образом создание и исследование математической модели позволяет улучшить конкретные процедуры измерения эффективности государственных инвестиций. Первая часть исследования включает построение формальной динамической модели. Ее ядром является функция Кобба-Дугласа с частным и публичным капиталом как факторами производства. Публичный капитал пополняется за счет инвестиций из государственного бюджета. В модель вводится ряд параметров, регулирующих эффективность системы: общая производительность факторов, эффективность инвестиций в публичный капитал, эффективность поддержания и сохранения общественных активов. В модели также определяется пространство возможных политических курсов. Во второй части работы данные, сгенерированные моделями с разными параметрами эффективности, подвергаются оценке с помощью техники *Data Envelopment Analysis (DEA)*. Мы показываем, что наилучшие – наиболее близкие к истинным значениям параметров – оценки дает модель *DEA* с накопленным входом (сумма инвестиций в публичный капитал за предшествующие несколько периодов времени). Таким образом мы демонстрируем, что анализ динамической модели, построенной на основе теории, позволяет осуществлять практически "настройку" методик эмпирического оценивания.

Ключевые слова: инвестиции в публичный капитал, динамическая математическая модель, эффективность государства, *Data Envelopment Analysis*, перераспределение ресурсов, политическое пространство.

Введение

Исследование, представляемое в этой работе, имеет два фокуса. Первый из них – методологический, он связан с использованием формальных динамических моделей как связующего звена между теорией и процедурами эмпирической оценки. Второй фокус – предметный, ориентированный на проблемы эффективности государства в производстве общественных благ, накопления и использования публичного капитала (*public capital*). Объединяя их, мы покажем, каким образом создание и исследование математической модели позволяет улучшить конкретные процедуры измерения эффективности государственных инвестиций.

Для ученых, следящих за современной исследовательской литературой в области политической науки, привычной стала ситуация наличия совершенно противоположных по смыслу гипотез, каждая из которых убедительно обоснована теоретически и подкреплена статистическим анализом больших массивов эмпирических данных. Зачастую это происходит даже тогда, когда авторы стоят на одной концептуальной платформе; в этих случаях "поле боя" обычно смещается из содержательной плоскости в область прикладной статистики. Один из наиболее современных примеров в рамках политологического "мейнстрима" связан с проблемой (не)способности демократии порождать и стимулировать экономический рост. Очень характерна, в частности, "заочная дискуссия" между Р. Барро [Barro 2012] и Д. Асемоглу [Acemoglu et al. 2009; Acemoglu et al. 2014], в которой все более центральными становятся вопросы типа "Правомерно ли использование фиксированных страновых эффектов (*country fixed effects*) в панельной регрессии?". Складывается ощущение, что собственно связь демократии с экономическим развитием отходит на второй план по сравнению с тонкими вопросами статистической техники.

В других предметных областях политической науки также можно обнаружить массу подобных примеров. Причем ни одна из сторон, разумеется, не собирается признавать поражения. Дело в том, что однозначно обосновать правильность применения той или иной методики, исходя *исключительно* из характера и структуры данных и соображений математической статистики и теории вероятностей, крайне затруднительно. Политическая теория же, вполне естественно, сформулирована на языке общих понятий и, конечно, не содержит указаний на конкретные нюансы количественной оценки.

На наш взгляд, одним из магистральных направлений решения этой проблемы может стать использование математического моделирования как связующего звена, "посредника" между теорией и эмпирическим оцениванием. Формальную модель мы будем понимать здесь как набор явных предположений (утверждений) о связях между явлениями или процессами, сформулированных в виде математических формул. В этом смысле уместно говорить о "формальной теории" (*formal theory*). В отличие от теории "вербальной", математическая модель является самостоятельным объектом исследования – аналитического (поиск общих решений) и вычислительного (численного эксперимента). И, вновь в отличие от "вербальной" теории, такая модель *может* дать прямые указания на то, как именно должен быть организован дизайн количественного эмпирического исследования. Как минимум по той причине, что теоретическая модель и модель оценки сформулированы на одном и том же языке – языке математики. Но более важный аргумент состоит в том, что исследование математической модели может сделать явными конкретные механизмы влияния одних процессов на другие, чего часто не хватает "вербальным" теориям и гипотезам.

В этой статье мы покажем конкретные возможности такого подхода применительно к активно развивающейся в современной политологии и политэкономии области измерения и оценки государственной эффективности. В последнее десятилетие это направление развивается столь активно, что даже общий обзор имеющихся подходов будет сильно превышать ограничения по объему для данного текста[1]. Поэтому сразу сузим ракурс нашего рассмотрения

[1] Обзор литературы на русском языке см. напр. [Ахременко 2012].

до одной из "инструментальных" трактовок эффективности государственного сектора как способности достигать наилучших результатов (социальных показателей) при наименьших затратах ресурсов. Применительно к сравнительным исследованиям отдельных стран и регионов (называемых в более общем смысле *Decision Making Units, DMU*) на сегодняшний день ведущим методом является *Data Envelopment Analysis* (*DEA*). Здесь мы ограничимся самой краткой характеристикой метода, так как автор неоднократно публиковал работы с его детальным описанием (см. [Ахременко 2012; Akhremenko 2013]); доступны также развернутые обзоры литературы [Emrouznejad et al. 2008], учебные пособия [Coelli 2005; Cooper et al. 2006].

DEA основан на построении границы производственных возможностей (ГПВ) в пространстве "затраченные ресурсы – результирующие показатели", в которое помещаются оцениваемые страны и регионы (напр. [Arcelus, Arocena 2005; O'Donnell, Westhuizen 2002; Maudos et al. 2003]). В качестве входа, как правило, рассматриваются бюджетные затраты на предоставление тех или иных общественных благ. Выходом считается достигнутый уровень общественного благосостояния в той или иной сфере. Сами *DMU* можно представить в виде точек в пространстве, измерениями которых являются входные и выходные показатели. Мерой эффективности *DMU* является соотношение между затратами и результатом, измеренное относительно наиболее "продуктивного" *DMU* среди всех рассматриваемых. *DMU*, обладающие максимальным выходом при минимальных затратах, являются эталонными (эффективными). Именно по ним строится ГПВ: на рис. 1А это точки *B*, *C*, *D*.

Расстояние до границы несет, в зависимости от выбора ориентации модели, различный физический смысл. Выходная эффективность (*output efficiency*), или результативность, показывает, какую долю потенциально возможного в данных условиях результата реально достигает *DMU*. Входная эффективность (*input efficiency*), или эффективность затрат, показывает, насколько *DMU* может сократить расходы при сохранении текущего результата (рис. 1А). Так, для неэффективной точки *A* возможно как увеличение выхода при тех же затратах ($A \rightarrow A'$), так и сокращение затрат при том же выходе ($A \rightarrow A''$).

Рис. 1А. Пример построения границы производственных возможностей

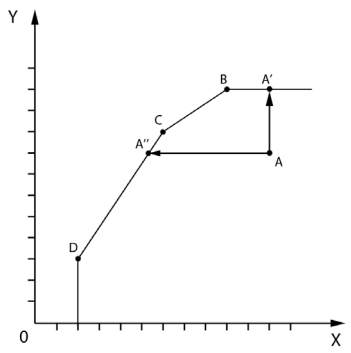
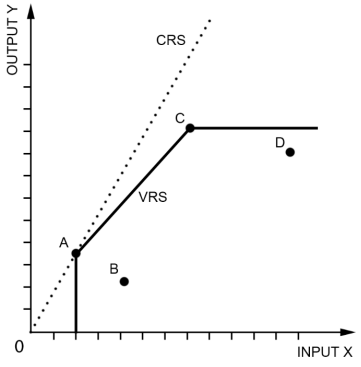


Рис. 1В. Переменные и постоянные эффекты масштаба



При всей простоте и разумности основной идеи метода, использование *DEA* связано с двумя взаимосвязанными проблемами. Во-первых, в рамках методики государственная система рассматривается как "черный ящик", без

формулировки каких-либо предположений о причинах и механизмах (не) эффективности. Это значительно снижает практически-управленческую значимость получаемых результатов, так как не позволяет сформулировать рекомендаций по повышению эффективности. Во-вторых, *DEA* дает своего рода "мгновенный снимок" эффективности за определенный период времени. Таким образом, не учитывается проблема лага – задержки во времени между вложением бюджетных средств и изменением соответствующих социальных показателей. Очевидно, в частности, что капитальные затраты – строительство зданий, закупки оборудования и т.д. имеют отсроченный эффект. Если не принимать этот факт во внимание, *DEA*-оценка эффективности дает преимущество странам и регионам с доминирующими текущими затратами в структуре бюджетных вложений и занижает позиции "стратегических инвесторов". В более фундаментальном смысле можно говорить о том, что без рассмотрения системы в динамике не удастся решить и уже обозначенную выше проблему – обнаружения механизмов, "генерирующих" неэффективность, которые могут быть выявлены только во времени. Сложившиеся "технические" решения, вроде усреднения данных по затратам и результатам за длительный временной период [Afonso, Aubyn 2005], хотя и позволяют сгладить случайные флуктуации и циклические колебания, никак указанную проблему не решают. Более того, такое усреднение "смазывает" общую картину и не позволяет понять, изменение каких показателей привело (в том числе с задержкой во времени) к изменению оценок эффективности. Регрессия таких оценок позволяет выявить либо долговременные структурные факторы, часто и так очевидные, либо получить довольно тривиальные выводы вроде "в странах с более высоким качеством институтов более эффективный государственный сектор".

Указанные проблемы в значительной мере относятся не только к *DEA*, но и ко всем методикам, нацеленным на сравнительный анализ эффективности отдельных *DMU* и базирующихся на учете затрат и результатов (например, *FDH, FRONTIER* и др.). Нам представляется, что решить их, рассматривая исключительно технические аспекты этих подходов, невозможно. Требуется "вскрытие черного ящика", понимание механизмов преобразования ресурсных входов в результирующие выходы. Мы будем искать решения на пути построения динамической математической модели.

Математическое моделирование эффективности государственного сектора на сегодняшний день осуществляется преимущественно в рамках политической экономии. Здесь мы выделим, во-первых, традиционное направление, основанное на классических экономико-математических моделях. В этих рамках рассматривается, прежде всего, влияние экзогенно заданных "правил игры" (политические институты) на эффективность "размещения ресурсов" (*resource allocation*). Зачастую вводится некоторый умозрительный эталон эффективности, представляющий собой равновесие предельных общественных издержек (*marginal social costs, MSC*) и предельных социальных выгод (*marginal social benefits, MSB*) в традиционных экономических переменных "количество – цена" [Hassler et al. 2007]. Если *MSC* могут быть подсчитаны, то *MSB* базируются в значительной мере на субъективном представлении о функции полезности (или ценности) общества. Типично для такого рода моделей представление о "благонамеренном социальном планировщике" (*benevolent social planner*), определяющем искомое равновесие. Модели такого

типа, как правило, статичны и не берут в рассмотрение динамику процессов [напр. Volden, Wiseman 2007]. Кроме того, характерное представление о наличии единственного эффективного равновесия (*unique effective equilibrium*) существенно обедняет возможности математического моделирования и препятствует сближению моделей с действительностью.

Наиболее современное, развивающееся направление представляет так наз. *динамическая политическая экономия* (*dynamic political economy*), основанная на теоретико-игровом подходе. Здесь до некоторой степени преодолеваются проблемы стандартного подхода, прежде всего в части перехода к динамическому описанию поведения системы. Однако это преодоление носит частичный характер. Так, в рамках одного из самых распространенных подходов [см. напр. Battaglini et al. 2012], взаимодействие множества индивидов в конечном счете сводится к экстенсивной игре двух игроков, где один индивид предлагает некоторую законодательную инициативу, на следующем шаге поддерживаемую или отвергаемую всей совокупностью остальных индивидов как "единым" игроком. Это, вновь, существенно обедняет и удаляет от реальности математическую модель. Динамическая составляющая этой ветви теоретико-игрового анализа сводится к выделению единственного зависящего от времени параметра (*dynamic linkage*, см. напр. [Besley et al. 2010; Acemoglu et al. 2011]), что не позволяет отобразить полноценную динамику системы и снабдить модель нужными обратными связями, например, связями между "сегодняшней" затратой ресурсов и "завтрашним" получением продукта. Как и традиционные экономико-математические модели, подход ориентирован на единственное равновесие (в данном случае динамическое), концепт "благонамеренного социального планировщика" не утрачивает здесь своей значимости. Несмотря на преимущество такого математического дизайна, связанного прежде всего с возможностью общего (аналитического) решения, закладываемые упрощения реальности весьма существенны. Во многом поэтому указанные модели, будучи мощным инструментом теоретической политэкономии, так и не стали основой прикладных компаративных методов оценки.

Ключевым для нас направлением станет формирование динамических моделей создания и перераспределения ресурсов. Центром модельной экономики, отвечающей за процесс создания благ, является производственная функция. Перераспределение же обеспечивается набором политических параметров, включенных в экономическую систему. В процессе формулирования модели особое внимание мы уделим аналогам, включающим в качестве самостоятельного фактора производства публичный (общественный) капитал. Вокруг этого понятия в последние два десятка лет фактически сформировалось самостоятельное направление политико-экономических исследований – *public capital studies* (см. [Crowder, Himarios 1997; Pereira, Roca Sagales 2003; Kamps 2004; World Bank 2007; Keefer, Knack 2007; Commission on Growth and Development 2008; Arslanalp et al. 2010] и многие другие работы).

Публичный капитал можно понимать в более узком или более широком смысле. В первом случае речь идет о материальной инфраструктуре, создаваемой и поддерживаемой государством: сетях распределения электроэнергии, железных и автомобильных дорогах, канализационных системах и т.д. Более широкое определение включает все общественные блага, которые могут (хотя бы в принципе) быть оценены в денежной форме: уровень защиты прав собственности, общественной безопасности, развития системы образования

и здравоохранения и т.д. В данной работе мы не будем жестко отстаивать какую-то одну из этих трактовок; все выкладки ниже "работают" и в рамках узкого, и в рамках широкого понимания. Ключевыми для нас будут свойства публичного капитала как "чистого" общественного блага – неисключаемость и неконкурентность в потреблении. Следует признать, что это некоторое упрощение, так как многие виды публичного капитала (в особенности объекты физической инфраструктуры) являются скорее благами клубного типа – конкурентными в потреблении в случае чрезмерно интенсивного использования [Hulten 1996].

Как работают такие модели, будет ясно из нашего дальнейшего изложения. Основные задачи, решаемые в настоящей работе, следующие: 1) построение математической модели динамики частного и публичного капиталов с учетом государственных инвестиций в последний, включение в нее различных источников неэффективности (раздел I); 2) оценка качества различных *DEA*-моделей, измеряющих эффективность государственных инвестиций, выбор наиболее точной и устойчивой процедуры. Мы рассмотрим три спецификации *DEA*: с синхронными входами и выходами (раздел II), с лагированным входом (III) и с накопленным входом (IV).

I. Модель

Ядром модельной экономики[2] является стандартная функция Кобба-Дугласа с агрегированным выпуском $Y(t)$ и двумя факторами производства: частным капиталом $K(t)$ и публичным капиталом $G(t)$: $Y(t) = AK^{\alpha}(t)G^{1-\alpha}(t)$ (1). Отметим особо, что под "выпуском" в данном случае мы понимаем не только и не столько количество произведенной продукции в материальном выражении. $Y(t)$ – это совокупное "богатство" общества, включая агрегированный "человеческий капитал". Показатель степени $\alpha \in (0,\ 1)$ отражает эластичность выпуска по частному капиталу, $1-\alpha$ фиксирует эластичность выпуска по общественному капиталу. В данной, наиболее простой модели, сумма эластичностей равна единице, что обеспечивает постоянную отдачу (*constant returns to scale*) от всех факторов производства. Другими словами, увеличение обоих факторов на 1% даст прирост выпуска на 1%. Отдача же от каждого фактора по отдельности является убывающей.

A представляет собой независимую от времени общую производительность факторов (*total factor productivity, TFP*). Традиционно в политико-экономической литературе эта величина трактуется как уровень технологического развития (из самых крупных работ см. напр. [Przeworski 2004]), однако такая интерпретация является лишь одной из множества возможных. Строго говоря, A представляет собой "остаточную" компоненту – она включает в себя все, неучтенное в спецификации факторов производства. Иначе говоря, *TFP* "отвечает" за те изменения в выпуске, которые не объясняются изменениями в производственных факторах, поэтому часть специалистов характеризует *TFP* как "меру нашего незнания" [Hulten 2001]. Например, в уравнении (1) отдельно не специфицирован человеческий капитал (*human capital*), отражающий знания, навыки и умения индивидов[3]. Все эффекты, связанные с влиянием человеческого капитала на выпуск, будут "включены" в общую производительность факторов.

[2] Данная модель является развитием модели, построенной и проанализированной в работе [Ахременко, Петров 2014].

[3] Следует при этом отметить, что более детальная спецификация факторов производства (например, добавление труда или того же человеческого капитала в качестве самостоятельного входа) не изменит никаких принципиальных выводов работы. Поэтому мы выбрали наиболее простой вид функции.

В то же время, существуют и гораздо более теоретически насыщенные трактовки *TFP*. Ряд исследователей рассматривают этот параметр в институциональном ключе как показатель качества "правил игры" в обществе. Так, Холл и Джонс вводят специальное понятие "социальной инфраструктуры", представляющей собой "институты и правительственную политику, формирующие экономическую среду, в рамках которой индивиды накапливают знания и умения, а фирмы аккумулируют капитал и производят продукцию" [Hall, Jones 1999: 84]. Другие авторы склонны рассматривать общую производительность факторов через призму открытости экономики [Keller, Yeaple 2003], ее способности быстро реагировать на изменения. Существует еще целый ряд иных трактовок; в целом, этому вопросу посвящена большая отдельная литература, анализ которой выходит за рамки настоящей работы (рекомендуем обзор [Isaksson 2007]). Для наших задач будет достаточным определить *TFP* как общую эффективность системы, формируемую качеством "связи" между общественным и частным капиталом. Можно сказать, что для нашей модели параметр *A фиксирует уровень частного доступа к общественному благу*. В этом смысле наша позиция гораздо ближе к институциональной трактовке, чем к "технологической". В дальнейшем изложении мы будем называть такую эффективность *A-эффективностью*.

Вернемся к построению модели. Выпуск $Y(t)$ облагается налогом по фиксированной ставке τ, собранные налоги формируют государственный бюджет $T(t)$: $T(t) = \tau Y(t),\ \tau \in (0,\ 1]$ (2). Бюджетные средства могут быть потрачены двумя способами. Во-первых, они (и только они) могут быть инвестированы в создание публичного капитала $G(t)$. Коэффициент μ определяет долю бюджета, которая направляется на инвестиции в общественное благо: $I(t) = \mu T(t),\ \mu \in [0,\ 1]$ (3). Остальная часть бюджетных средств $(1-\mu)$ направляется частным производителям в виде прямых трансфертов. Тем самым, частный капитал $K(t)$ образуется за счет части выпуска, не изъятой в виде налогов, и бюджетных трансфертов: $K(t+1) = (1-\tau)Y(t) + (1-\mu)T(t)$ (4).

Таким образом, условное "правительство" в этой модели принимает два основных решения: какой уровень налогообложения (τ) установить и какую долю собранных средств инвестировать в публичный капитал (μ). Эти параметры образуют *пространство политических курсов*, или плоскость политических решений (*policy space* или *policy plane*). В данной модели политика правительства полностью характеризуется точкой $(\tau,\ \mu)$ в пространстве политических курсов. О свойствах этого пространства мы скажем ниже. Сейчас отметим лишь один важный момент, напрямую связанный с техникой *DEA*. Напомним, что в рамках "оболочечного" анализа рассматриваются и сравниваются *DMU* как регионального, так и национального уровня. Очевидно, что самостоятельные государства имеют бо́льшую свободу в формировании налоговой и бюджетной политики по сравнению с регионами одной страны. Также ясно, что регионы унитарных государств или "формальных федераций" типа РФ имеют меньшую свободу в выборе "точки в пространстве политических курсов" по сравнению с "реальными" федерациями. Все эти различия можно учесть в модели, определив "рамки разнообразия" политических курсов в анализируемом множестве *DMU*.

Обратим особое внимание на динамику публичного капитала. Традиционный макроэкономический подход использует для ее описания уравнение непрерывного учета запасов (*perpetual inventory equation*): $G_{t+1} = G_t - \delta G_t + I_t$ (5). Динамика задается двумя разнонаправленными процессами. Во-первых, обесцениванием

(устареванием), скорость которого определяется постоянной δ (*depreciation rate*); этот процесс, естественно, приводит к снижению уровня публичного капитала. Во-вторых, потоком бюджетных инвестиций $I(t)$, который вызывает увеличение общественного блага. В зависимости от того, какая компонента "перевешивает", запас публичного капитала снижается или растет.

Чем определяется в реальности коэффициент обесценивания δ? Вопрос отнюдь не прост; неслучайно эмпирическая оценка этого параметра стала одной из наиболее сложных задач в исследованиях публичного капитала (см. напр. Arestoff, Hurlin 2006; Arslanalp et al. 2010). С одной стороны, очевидное значение имеют физические свойства используемых материалов и технологий, причем традиционные материалы вроде бетона могут служить более столетия, тогда как высокотехнологичные активы могут устаревать морально буквально за 3-5 лет. С другой стороны, жизненный срок общественной инфраструктуры определяется качеством ее поддержания (своевременный ремонт и проч.) [Pritchett 2000]. Наконец, очень большую роль в увеличении коэффициента устаревания может играть коррупция. Хорошо известно, что одни из самых распространенных коррупционных схем связаны с использованием более дешевых и, соответственно, менее качественных материалов. В этой работе мы будем делать акцент именно на поведенческих, а не "физических" факторах обесценивания созданных благ. Данный тип (не)эффективности мы будем далее называть ∂ *-эффективностью*.

Вернемся вновь к уравнению непрерывного учета (5). В классическом виде оно предполагает, что все без исключения затраченные средства превращаются безо всяких потерь в равные по ценности публичные активы. Однако это предположение неверно хотя бы в силу наличия в экономике трансакционных издержек. Кроме того, очень существенное влияние на процесс перехода бюджетных средств из монетарной формы в материальную могут оказывать неадекватное размещение ресурсов (*recourse misallocation*) и все та же коррупция. В первом случае характерным примером являются так наз. *белые слоны* (*white elephants*, см. [Robinson, Torvic 2006]) – исключительно затратные проекты с ничтожным социальным и экономическим эффектом. Во втором случае речь идет о разного рода "откатных" схемах, когда фактическая стоимость создания объектов инфраструктуры завышается по сравнению с экономически оправданной.

Первым обратил внимание на неполную трансформацию бюджетных средств в публичные блага Л. Притчетт [Pritchett 2000]. Он предложил простую и, в то же время, вполне "рабочую" модификацию уравнения непрерывного учета: $G_{t+1} = G_t - \delta G_t + \gamma I_t$ (6), где коэффициент $\gamma \in [0, 1]$[4] отражает эффективность расходования бюджетных средств в смысле их преобразования в реальный капитал. При $\gamma = 1$ мы имеем "экономику без трения" с полностью полезным расходованием средств (и тогда в силе "классическое" уравнение (5)). При $\gamma = 0$ ничего из потраченного не превращается в полезные для общества активы. Такой тип эффективности мы будем далее для краткости называть γ *-эффективностью*.

Кстати, полноценное эмпирическое выражение идеи Притчетта получили совсем недавно. В 2014 г. группа С. Гупты из Международного валютного фонда [Gupta et al. 2014] опубликовала работу под показательным заголовком "Экономический рост

[4] В оригинальной работе Притчетт рассматривает параметр гамма как функцию времени; мы же для простоты будем считать ее константой. На относительно небольших промежутках времени (менее 10 лет) такое упрощение вполне оправданно.

и публичный капитал с поправкой на эффективность" ("*Efficiency-Adjusted Public Capital and Growth*"). В ней содержится самая обширная на сегодняшний день база данных публичного капитала по 52 странам мира, и оценочная техника непосредственно включает в себя методологию Притчетта. Выяснилось, в частности, что в некоторых развивающихся странах запас публичного капитала составляет лишь половину от тех оценок, которые делались без учета эффективности бюджетных затрат. Другими словами, γ -эффективность может не превышать 0,5.

Итак, модель имеет вид системы уравнений:

$$Y(t) = AK^{\alpha}(t)G^{1-\alpha}(t),\ \alpha \in (0,\ 1) \quad (7)$$

$$T(t) = \tau Y(t),\ \tau \in (0,\ 1] \quad (8)$$

$$I(t) = \mu T(t),\ \mu \in [0,\ 1] \quad (9)$$

$$K(t+1) = (1-\tau)Y(t) + (1-\mu)T(t) \quad (10)$$

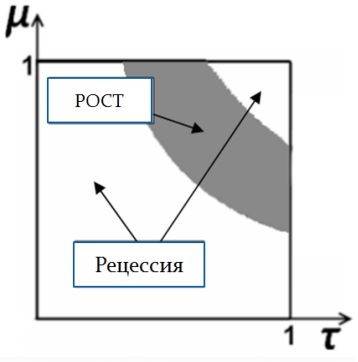
$$G_{t+1} = G_t - \delta G_t + \gamma I_t\ \gamma \in [0,\ 1] \quad (11)$$

В ней непосредственно за эффективность "отвечают" на данный момент параметры A, δ и γ. Последние два, как было показано выше, напрямую связаны с расходованием бюджетных средств. A-эффективность же "шире" государства в узком смысле этого слова; этот параметр отражает качество взаимодействия публичного и частного сектора. В то же время роль собственно государства, создаваемых и поддерживаемых им институтов очевидно высока в обеспечении такого взаимодействия, и мы будем особо принимать во внимание данный тип эффективности.

Еще один важный сюжет, имеющий прямое отношение к эффективности, касается реализуемого политического курса. В данной модели политическое решение представляет собой выбор точки на плоскости $(\tau,\ \mu)$, оси которой соответствуют уровню налогообложения и доле бюджетных средств, расходуемых на инвестиции в публичный капитал. Математический анализ системы уравнений (7 – 11) показывает[5], что далеко не все комбинации этих параметров могут привести к успеху – экономическому росту. Как показано на рис. 2, пространство политических курсов разбивается на два подмножества. Заштрихованная область соответствует набору тех комбинаций τ и μ, которые выводят систему на экспоненциальный рост. Белые области – "зоны рецессии", когда значения запасов частного и публичного капитала асимптотически стремятся к нулю.

Рисунок 2

Области роста и рецессии в пространстве политических курсов



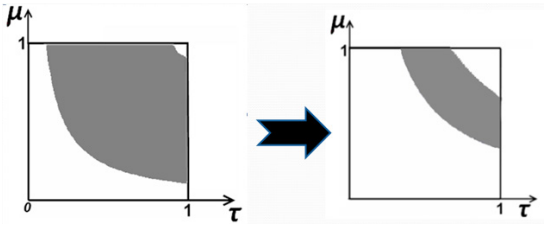
[5] См. [Ахременко, Петров 2014].

Содержательно конфигурация "успешной" и "провальных" зон на рис. 2 вполне соответствует как современной макроэкономической теории, так и простому здравому смыслу. Рецессия имеет место, во-первых, если налоговая нагрузка на общество чрезмерно высока, и при этом подавляющая часть собранных средств идет на инвестиции в публичный капитал и не возвращается к частным производителям (белая область в правом верхнем углу рисунка). В этом случае мы сталкиваемся с истощением частных ресурсов под непосильным налоговым гнетом. Во-вторых, экономический крах наступает в ситуации недофинансирования производства общественного блага (левая нижняя часть рисунка). "Золотая середина" обеспечивает процветание.

Очень важно отметить, что площадь "зоны успешных политических решений" зависит от всех трех параметров эффективности, а именно от A, δ и γ. "Ухудшение" по каждому из параметров, т.е. увеличение δ и сокращение A и γ ведет к сжатию зоны успешных решений в пространстве политических курсов (см. рис. 3).

Рисунок 3

Сжатие области роста под воздействием снижения эффективности



Формальные детали эффектов разных типов (не)эффективности на сокращение/расширение пространства успешных решений мы не будем здесь освещать подробно. Отметим лишь, что A-эффективность, связанная с взаимодействием публичного и частного секторов, оказывает в пределе вдвое большее воздействие на площадь "зоны роста" по сравнению с эффективностью расходования бюджетных средств как в ее $\delta-$, так и в ее $\gamma-$версиях.

Итак, даже такая сильно упрощенная модель, какая была представлена выше, требует держать в уме, по меньшей мере, четыре возможных "источника неэффективности":

• Неэффективность "стыковки" публичного и частного капитала, недостаточный доступ к общественным благам (A);

• Неэффективность управления созданными публичными активами и/или их исходно низкое качество, обусловленное коррупционными злоупотреблениями (δ);

• Неэффективность инвестирования бюджетных средств в публичный капитал, связанная с неадекватным размещением ресурсов и/или коррупционным "распилом" бюджетных средств (γ);

• Неэффективность принятия политических решений, выражающаяся в выборе неверной экономической политики $(\tau,\ \mu)$.

Однако в эмпирическом анализе мы не имеем, как правило, ясной картины ни по одному из названных выше параметров. С относительной точностью известны обычно расходы бюджета – $I(t)$ в нашей записи и достигнутый уровень "выпуска" ($Y(t)$), широко понимаемого как достигнутый общественно значимый результат. Все остальные параметры спрятаны в "черном ящике".

Мы вынужденно пользуемся неким "слепым" методом, оперирующим лишь явными "входами" и "выходами", и к таковым, несомненно, относится *DEA*. Как сделать *DEA* хотя бы немого более "зрячим"? Наша стратегия состоит в том, чтобы взять за основу модельные (а не эмпирические) результаты, ибо в этом случае мы явным образом контролируем все названные параметры, и попытаться улучшить технику оценки так, чтобы результат как можно лучше соответствовал заложенным в модель (и в этом смысле "истинным") показателям эффективности.

Нашими основными инструментами станут вычислительный эксперимент (в большей степени) и формальный анализ модели (в меньшей степени). Модель (7 – 11) является неким согласованным набором параметров и функций, и, как таковая, может представлять *любое DMU*, будь то государство или регион. Но как только определены конкретные параметры, реализация модели становится "государством" или "регионом". Таким образом, мы будем сопоставлять в рамках одного оцениваемого множества *DMU* одну и ту же модель, но с разными параметрами и начальными условиями.

II. *DEA* С "СИНХРОННЫМИ" ВХОДОМ И ВЫХОДОМ

Рассмотрим наиболее распространенную в эмпирических исследованиях эффективности ситуацию, когда единственными доступными показателями являются бюджетные расходы $I(t)$ и достигнутые результаты в определенной сфере $Y(t)$. Очевидно, первые становятся входом *DEA*-модели, вторые – выходом. Но каждая из этих величин является *процессом* (функцией времени), что дает целый ряд дополнительных возможностей для спецификации модели. Рассматривая различные стратегии, будем в каждом случае рассчитывать не только собственно *DEA*-оценки, но и отношения "выход/вход". В двумерной модели они являются хорошим приближением *DEA*-оценок, но при этом намного проще рассчитываются.

Начнем с наиболее "прямолинейного" (и очень широко распространенного в конкретных исследованиях) варианта, когда бюджетные инвестиции и результирующий показатель входят в модель одновременно. Например, рассматриваются расходы бюджета на здравоохранение за 2013 г. и ожидаемая продолжительность жизни за этот же год[6]. Пусть имеется 11 регионов ($i = 1, 2, .., 11$), различающихся по указанным выше типам эффективности. Например, первый регион характеризуется эффективным доступом к общественному благу ($A = 1{,}5$), высоким уровнем поддержания созданной инфраструктуры ($\delta = 0{,}01$), эффективным инвестированием бюджетных средств ($\gamma = 0{,}95$). Второй регион имеет существенно худшие показатели, например, $A = 0{,}7$, $\delta = 0{,}2$, $\gamma = 0{,}6$. Третий регион может занимать с точки зрения эффективности промежуточную позицию и т.д. Для начала будем считать, что это регионы унитарного государства, не имеющие возможности самостоятельно определять политический курс, т.е. $\tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_{12}$ и $\mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_{12}$. Будут ли *DEA*-оценки и отношения "выход/вход" улавливать различия в эффективности регионов, если инвестиционный и результирующий показатель взяты одновременно?

[6] В реальном исследовании скорее будет использован некий агрегированный индекс здоровья населения, включающий также уровень детской смертности и, возможно, показатели заболеваемости, но принципиально в данном примере это ничего не меняет.

Краткий ответ на этот вопрос – "нет". Более развернуто такая спецификация модели не позволяет выявить *никаких* различий в эффективности регионов. В данном случае это легко показать аналитически, исследуя отношение $\frac{Y(t)}{I(t)}$. Напомним, что в нашей модельной экономике бюджетные инвестиции представляют собой долю бюджетных средств $I(t) = \mu T(t)$, которые в свою очередь формируются из налоговых отчислений с выпуска $T(t) = \tau Y(t)$. Из этого следует, что

$$\frac{Y(t)}{I(t)} = \frac{Y(t)}{\mu\tau Y(t)} = \frac{1}{\mu\tau} \quad (12).$$

Таким образом, для любых *DMU* это отношение не зависит ни от времени, ни от показателей эффективности. Единственное, от чего зависит эта постоянная – выбранный политический курс. В нашем примере с унитарным государством все 11 отношений $\frac{Y_i(t)}{I_i(t)}$ будут представлять собой одно и то же число.

Проверим этот вывод, используя *DEA*. Построим 11 реализаций модели (7 – 11) по 100 моментов времени в каждой, меняя показатели эффективности A, δ, γ от одной реализации к другой (тем самым обеспечивая региональные различия в эффективности). В каждой из реализаций возьмем пять различных моментов времени, для определенности $t = 15, 35, 55, 75, 95$. Для каждого из выбранных моментов времени измерим значения $I_i(t),\ Y_i(t),\ i = 1, 2, ...11$. Эти "срезы" представляют собой 11 регионов, рассматриваемых через призму затрат и результатов, на разных этапах своего развития. Далее, используя различные ориентации *DEA*-модели (*input-oriented* и *output-oriented*), а также различные эффекты масштаба (*CRS, VRS* и *NIRS*), рассчитаем оценки эффективности на каждом из этапов развития.

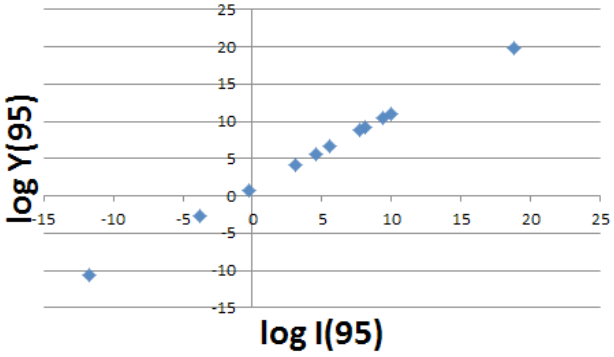
Это тот редкий в количественном анализе случай, когда результаты проще описать словами, нежели показать в табличной форме. В каждый момент времени, независимо ни от каких "настроек" *DEA,* все 11 регионов имеют единичные (максимальные!) оценки эффективности. Это притом, что состояние их экономик различается драматически: выпуск продукта Y для территории с худшими значениями A, δ, γ к 95-му моменту времени практически не отличается от нуля, тогда как в самом успешном регионе измеряется 10-значным числом!

Почему так происходит? Построим диаграмму (см. рис. 4), отображающую 11 регионов в пространстве "вход (логарифм инвестиций) – выход (логарифм выпуска)" для одного из моментов времени. Для определенности возьмем $t = 95$, хотя качественно картинка будет идентичной для любого произвольного момента времени. Мы используем логарифмы вместо "сырых" данных именно для того, чтобы сгладить гигантские различия между территориями.

Все точки, представляющие регионы, ложатся на одну прямую. При любых эффектах масштаба и ориентации модели все они оказываются на границе производственных возможностей и, следовательно, получают максимальную оценку. Что не имеет, конечно, никакого отношения к их истинной эффективности.

Рисунок 4

***DMU* в пространстве "логарифм инвестиций – логарифм выпуска"**



Выше мы рассматривали случай "унитарного" государства, когда регионы реализуют идентичный политический курс $(\tau,\ \mu)$. Именно отношение $\frac{1}{\mu\tau}$ "работает", как было показано выше, в ситуации одновременно взятых входных и выходных параметров. Не логично ли предположить, что "одновременность" может быть хорошим подходом для определения эффективности политических курсов (принятия решений), если мы позволим *DMU* быть неоднородными в этом смысле? Перейдем от унитарного государства к федерации или к кросс-национальному сравнению.

И вновь ответ "нет". Ключ к нему – на рис. 2, где изображены зоны роста и рецессии в пространстве политических курсов. Из рисунка видно, что экономический успех нелинейно и *немонотонно* зависит от сочетания значений параметров $(\tau,\ \mu)$. Например, зафиксируем налог на уровне 0,8 и начнем постепенно повышать инвестиционную долю бюджета. Пока μ меньше некоторого значения (для рис. 2 это примерно 0,4), мы находимся в зоне рецессии. Дальнейшее повышение приводит нас в зону роста, но лишь временно. Как только инвестиционная доля переходит очередной порог (около 0,7), мы вновь испытываем спад. Ничего похожего на такую зависимость отношение $\frac{1}{\mu\tau}$ не содержит. Оно монотонно снижается с возрастанием любого из параметров.

Вновь проверим этот вывод с помощью *DEA*, но теперь унифицируем регионы с точки зрения *A*, δ и γ -эффективности (для определенности положим $A = 1,\ \delta = 0{,}1,\ \gamma = 1$) и будем менять их политические курсы. Модель (7-11) хорошо поддается общему математическому анализу, и мы можем вычислить для каждого данного набора параметров степень "успешности" того или иного политического курса – комбинации $(\tau,\ \mu)$. В табл. 1 приводятся значения τè μ, порядковый номер региона (возрастание номеров соответствует возрастанию успешности политического курса), а также *DEA*-оценки с разными "настройками" модели. В последнем случае для облегчения восприятия мы также используем порядковые номера вместо исходных оценок.

Результаты вполне красноречивы. Так, провальный курс (0.01, 0.01), приводящий к катастрофическому недофинансированию общественных благ, во всех версиях *DEA* оказывается на первых позициях. Все варианты измерения с переменными эффектами масштаба (последние четыре столбца) вообще не "различают" эффективность регионов с первого по восьмой, хотя ситуация в них отличается самым

принципиальным образом. Коэффициент ранговой корреляции между объективной "успешностью" территории и *DEA*-оценкой составляет всего 0,29 для переменных эффектов масштаба и становится отрицательной (!) величиной для постоянных.

Таблица 1

Объективная и оцененная успешность политического курса

№ региона	Ставка налога (тау)	Инвестиционная доля (мю)	"Успешность" политики	CRS	input – NIRS	output – NIRS	input – VRS	output – VRS
1	0,01	0,01	2	11	4	4	4	4
2	0,1	0,1	3	10	4	4	4	4
3	0,2	0,2	4	9	4	4	4	4
4	0,3	0,3	5	8	4	4	4	4
5	0,4	0,4	6	7	4	4	4	4
6	0,5	0,5	8	6	4	4	4	4
7	0,6	0,6	10	5	4	4	4	4
8	0,7	0,7	11	4	4	4	4	4
9	0,8	0,8	9	3	3	3	3	3
10	0,9	0,9	7	2	2	2	2	2
11	0,99	0,99	1	1	1	1	1	1

В целом очевидно, что стратегия "одновременных входов и выходов" заводит нас в тупик. Оставляя в стороне математические соображения, это связано с тем, что инвестиции *предшествуют* получению результата, а вовсе не одновременны ему. Напрашивающийся выход из положения состоит в том, чтобы брать инвестиции в публичный капитал с определенным лагом. В следующем разделе мы проанализируем такой подход. Несколько забегая вперед, отметим, что и он не является идеальным.

III. *DEA* С ЛАГИРОВАННЫМ ВХОДОМ

В этом разделе в центре нашего внимания будет находиться отношение $\frac{Y(t)}{I(t-l)}$, где l представляет собой величину лага. В *DEA*-моделях мы будем рассматривать, соответственно, текущие результирующие показатели на выходе модели и предшествующие инвестиции в публичный капитал на входе.

Организуем вычислительный эксперимент следующим образом. Построим выборку из 11 "модельных" регионов таким образом, чтобы показатели *A*-эффективности систематически возрастали вместе с номером региона *i*. Так, для для $i=1$ определим $A=0{,}5$; $i=2$, $A=0{,}6$ и так до $i=11$, $A=1{,}5$. Теперь множество регионов обладает "встроенным" законом вариации A-эффективности, и нам будет проще сравнивать результаты оценивания с истинными значениями. Зафиксируем политический курс для всех регионов $(\tau=0.6,\ \mu=0.6)$.

Рассчитаем оценки эффективности для лагов $l=1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 10,\ 30$. Начнем с отношения "выход/лагированный вход", т.е. получим отношения $\frac{Y(t)}{I(t-1)}$, $\frac{Y(t)}{I(t-2)}$,..., $\frac{Y(t)}{I(t-30)}$. В табл. 2 приведены истинные значения *A*-эффективности и оценки, полученные с разными лагами.

Таблица 2

Значения и оценки эффективности, полученные с использованием отношения "выход / лагированный вход"

№ региона	А – истинное	Оценки с лагом…						
		1	2	3	4	5	10	30
1	0,5	2,667	2,560	2,458	2,359	2,265	1,847	0,850
2	0,6	2,734	2,691	2,649	2,607	2,566	2,370	1,754
3	0,7	2,810	2,843	2,876	2,909	2,943	3,117	3,881
4	0,8	2,893	3,014	3,139	3,269	3,405	4,174	9,050
5	0,9	2,983	3,203	3,439	3,693	3,966	5,661	21,900
6	1	3,078	3,410	3,778	4,186	4,638	7,743	54,300
7	1,1	3,177	3,634	4,156	4,754	5,437	10,641	136,540
8	1,2	3,280	3,874	4,575	5,403	6,380	14,655	345,402
9	1,3	3,387	4,130	5,036	6,140	7,487	20,180	873,501
10	1,4	3,497	4,401	5,540	6,974	8,778	27,740	2197,802
11	1,5	3,608	4,688	6,090	7,911	10,276	38,018	5481,862

Первый беглый взгляд на данные позволяет установить, что оценки (для любых значений лага) сохраняют отношения *порядка*, присущие множеству истинных значений параметров. Мы наблюдаем возрастание числовых значений оценок вместе с ростом номера региона, что имеет место и в истинном случае[7]. Это, несомненно, уже большой прогресс по сравнению с предыдущим "одновременным" подходом. Но насколько хорошо оценки отражают различия между регионами на шкале отношений, т.е. пропорции между ними? Здесь дело обстоит существенно хуже, особенно для самых больших значений лагов. Если верить последнему столбцу табл. 2, одиннадцатый регион в 6447 раз эффективнее, чем первый (5481/0,85 = 6447), тогда как на самом деле он эффективнее в три раза (1,5/0,5 = 3). Для самых малых значений лага, напротив, межрегиональные различия в эффективности оказываются недооцененными; так, для $l = 1$ отношение лучшего региона к худшему составляет 1,35.

Кроме того, в модель было заложено возрастание значений эффективности, прямо пропорциональное росту порядкового номера региона (см. рис. 5A). При использовании подхода "выход/лагированный вход" связь между номерами и оценками становится экспоненциальной, причем скорость экспоненциального роста увеличивается с увеличением величины лага (см. рис. 5B, C).

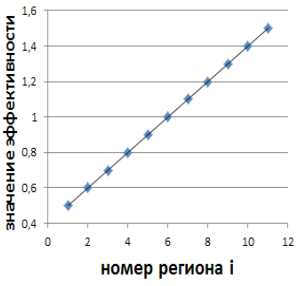
Итак, стратегия измерения эффективности посредством отношения $\frac{Y(t)}{I(t-l)}$ хорошо воспроизводит структуру истинных значений на порядковом уровне, но дает существенно худшие результаты на более высоких уровнях измерения, неверно отображая пропорции между уровнями эффективности регионов.

[7] Что автоматически означает единичную ранговую корреляцию между оценками и значениями параметра.

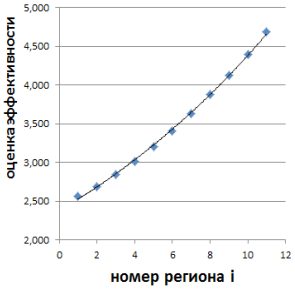
Рисунок 5

Зависимость значений и лагированных оценок эффективности от порядкового номера региона

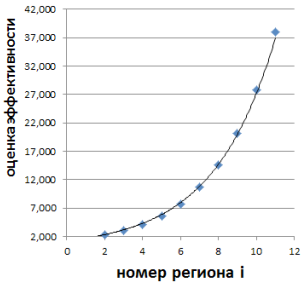
A. Истинные значения



B. Оценки с лагом 2



C. Оценки с лагом 10



Проверим, что даст тот же подход с использованием *DEA*. Будем действовать в соответствии с тем же самым алгоритмом, что был описан выше, с единственным изменением: теперь $I(t\text{-}l)$ и $Y(t)$ будут составлять не знаменатель и числитель дроби, а вход и выход *DEA*-модели. Результат показан в табл. 3.

Таблица 3

Значения и оценки эффективности, полученные с использованием *DEA*-модели "лагированный вход – выход"

№ региона	A – истинное	Оценки с лагом…						
		1	2	3	4	5	10	30
1	0,5	0,739	0,546	0,404	0,298	0,220	0,049	0,000
2	0,6	0,758	0,574	0,435	0,330	0,250	0,062	0,000
3	0,7	0,779	0,606	0,472	0,368	0,286	0,082	0,001
4	0,8	0,802	0,643	0,515	0,413	0,331	0,110	0,002
5	0,9	0,827	0,683	0,565	0,467	0,386	0,149	0,004
6	1	0,853	0,727	0,620	0,529	0,451	0,204	0,010
7	1,1	0,880	0,775	0,683	0,601	0,529	0,280	0,025
8	1,2	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,385	0,063
9	1,3	0,939	0,881	0,827	0,776	0,729	0,531	0,159
10	1,4	0,969	0,939	0,910	0,882	0,854	0,730	0,401
11	1,5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Разумеется, *DEA*-оценки отображены в совершенно ином масштабе, нежели отношения в табл. 2. Как сравнить их между собой? Будем опираться на идею, что структуру оценок в данном случае можно корректно отобразить, заменяя исходные числа на отношения каждой оценки к оценке лучшего по эффективности региона. Более строго, составим дроби:

$$\frac{x_1}{x_n}, \frac{x_2}{x_n}, .., \frac{x_{n-1}}{x_n}, \frac{z_1}{z_n}, \frac{z_2}{z_n}, .., \frac{z_{n-1}}{z_n} \quad (13),$$

где x – оценки эффективности для n регионов в измерении $\frac{Y(t)}{I(t-l)}$, причем x_n – оценка для старшего по поряд-

ковому номеру и лучшего по эффективности региона (в нашем случае одиннадцатого); *z* – аналогичные оценки, но в измерении *DEA*-модели. Результаты деления приведены в табл. 4.

Таблица 4

Структура оценок в измерении Y(t)/I(t-l) с лагом							Структура оценок в измерении DEA с лагом						
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**10**	**30**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**10**	**30**
1,35	1,83	2,48	3,35	4,54	20,59	6447,11	1,35	1,83	2,48	3,35	4,54	20,59	6447,11
1,32	1,74	2,30	3,03	4,00	16,04	3125,52	1,32	1,74	2,30	3,03	4,00	16,04	3125,52
1,28	1,65	2,12	2,72	3,49	12,20	1412,40	1,28	1,65	2,12	2,72	3,49	12,20	1412,40
1,25	1,56	1,94	2,42	3,02	9,11	605,69	1,25	1,56	1,94	2,42	3,02	9,11	605,70
1,21	1,46	1,77	2,14	2,59	6,72	250,31	1,21	1,46	1,77	2,14	2,59	6,72	250,31
1,17	1,37	1,61	1,89	2,22	4,91	100,96	1,17	1,37	1,61	1,89	2,22	4,91	100,96
1,14	1,29	1,47	1,66	1,89	3,57	40,15	1,14	1,29	1,47	1,66	1,89	3,57	40,15
1,10	1,21	1,33	1,46	1,61	2,59	15,87	1,10	1,21	1,33	1,46	1,61	2,59	15,87
1,07	1,14	1,21	1,29	1,37	1,88	6,28	1,07	1,14	1,21	1,29	1,37	1,88	6,28
1,03	1,07	1,10	1,13	1,17	1,37	2,49	1,03	1,07	1,10	1,13	1,17	1,37	2,49
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Полученные структуры совершенно идентичны. Таким образом, все сказанное выше относительно достоинств и недостатков измерения эффективности посредством отношения "выход/лагированный вход" в полной мере справедливо и для аналогичных *DEA*-оценок.

Существует ли способ улучшить эти оценки, на поверку оказавшиеся идентичными? На этот раз ответ положительный, и мы рассмотрим этот сюжет в следующем разделе.

IV. *DEA* С НАКОПЛЕННЫМ ВХОДОМ

В предыдущей части, анализируя достоинства и недостатки оценок, мы шли по пути сугубо количественному, обсуждая структурные особенности получившихся величин, сравнивая функции, связывающие оценки с истинными, т.е. заложенными в модели законами. Но существует еще один важный, и в данном случае скорее содержательный, аргумент против использования лагированных инвестиций в качестве составляющей оценки эффективности. И в современной макроэкономике, и в таком более широком по предметному охвату направлении моделирования, как системная динамика (*system dynamics*), ключевыми понятиями являются "запасы" (*stocks, levels*) и "потоки" (*flows*). Первые характеризуют достигнутый уровень развития и могут существовать в статике, в ситуации "замороженного времени". Например, обобщенное "здоровье населения", уровень личной безопасности или просто физическая протяженность дорог являются запасами. Формально это накопленные (интегральные) величины, являющиеся результатом долговременных процессов их создания и изменения во времени. В некотором, достаточно грубом смысле, они сами по себе являются чем-то "пригодным к использованию"; в частности, они могут служить факторами производства. Потоки же представляют собой изменения запасов, они существуют только "внутри времени".

Проецируя эти понятия на рассматриваемые в данном тексте величины, а именно бюджетные инвестиции $I(t)$ и обобщенный выпуск $Y(t)$, мы должны признать их качественную неоднородность. *Инвестиции представляют собой потоки, тогда как обобщенный результат – это запас.* Правильно ли использовать математические преобразования, в том числе простейшие арифметические операции, к множествам качественно разной природы (хотя и измеренные в монетарной форме)? Утрируя, можно ли делить яблоки на табуретки, если и те, и другие измерены в штуках? Ответ, разумеется, отрицательный. Но именно с такой, пусть и гораздо менее тривиальной историей мы сталкиваемся в отношении $\frac{Y(t)}{I(t-l)}$. Здесь имеет место деление запаса на поток, что вызывает большие вопросы с точки зрения физического смысла.

Наша стратегия состоит в том, чтобы перейти от гетерогенной системы "поток – запас" к однородной системе "запас – запас"[8]. Проще говоря, мы будем рассматривать *накопленные* инвестиции. Формально вместо $I(t - l)$ в качестве входа появляется величина $\sum_{\tau=t-l}^{t-1} I_\tau$, выход $Y(t)$ остается прежним. Например, если мы используем данные за 2010 – 2013 гг. с лагом 3, вход модели будет представлять собой сумму $I(2010)+I(2011)+I(2012)$, выход – $Y(2013)$. Отказ от использования в накопленном инвестиционном входе текущего года t, в нашем примере $I(2013)$, напрямую вытекает из анализа "одновременной" модели в разделе III.

С указанными поправками будем использовать все тот же исследовательский алгоритм. Сразу отметим, что *DEA*-модель даст оценки, идентичные по структуре оценкам отношения (как это было в табл. 4 для предыдущего подхода). Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Значения и оценки эффективности, полученные с использованием *DEA*-модели "накопленный вход – выход"

№ региона	A – истинное	Оценки с лагом…						
		1*	2	3	4	5	10	30
1	0,5	б/о	0,641	0,558	0,489	0,431	0,246	0,059
2	0,6	б/о	0,665	0,587	0,521	0,465	0,284	0,090
3	0,7	б/о	0,693	0,620	0,558	0,505	0,330	0,136
4	0,8	б/о	0,724	0,657	0,600	0,551	0,385	0,200
5	0,9	б/о	0,757	0,698	0,646	0,601	0,449	0,282
6	1	б/о	0,793	0,742	0,696	0,657	0,522	0,380
7	1,1	б/о	0,831	0,788	0,750	0,717	0,603	0,490
8	1,2	б/о	0,871	0,838	0,808	0,782	0,692	0,610
9	1,3	б/о	0,913	0,890	0,869	0,851	0,788	0,735
10	1,4	б/о	0,956	0,944	0,933	0,924	0,891	0,866
11	1,5	б/о	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

*В столбце с единичным лагом оценки нет, так как нечего накапливать.

[8] Другая стратегия состоит в переходе к однородной системе "поток – поток", здесь мы не будем ее обсуждать, как (с нашей точки зрения) менее удачную по содержательным соображениям.

Первое, что бросается в глаза – значительное ослабление в накопленных оценках "эффекта экспоненты" – увеличения диспропорциональности оценок и истинных значений с ростом величины лага (см. рис. 6). Если лагированные оценки эффективности для первого и последнего регионов на лаге 10 дают двадцатикратный разрыв, то накопленные – четырехкратный (истинный разрыв – трехкратный).

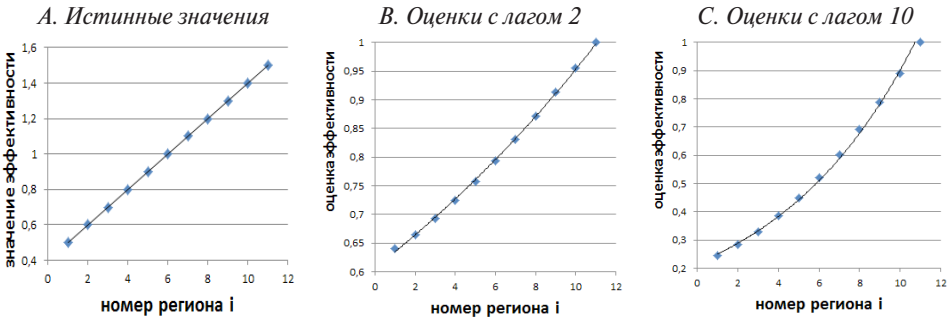
Проведем полное сравнение оценок, полученных с помощью предыдущей – "лагированной" и нынешней – "накопленной" стратегии, друг с другом и с истинными значениями параметров эффективности. Будем, во-первых, использовать все ту же идею "масштабирования по самому успешному региону", как в (13). Составим дроби:

$$\frac{A_1}{A_n},\frac{A_2}{A_n},..,\frac{A_{n-1}}{A_n},\ \frac{x_1}{x_n},\frac{x_2}{x_n},..,\frac{x_{n-1}}{x_n},\ \frac{y_1}{y_n},\frac{y_2}{y_n},..,\frac{y_{n-1}}{y_n} \quad (14),$$

где A – истинная эффективность, x – оценки, полученные методом "лагирования инвестиций" (см. табл. 3), y – оценки, полученные методом накопления инвестиций (см. табл. 5). Нижний индекс n по-прежнему означает самый эффективный, в нашем случае одиннадцатый, регион.

Рисунок 6

Зависимость значений и лагированных оценок эффективности от порядкового номера региона



На следующем шаге выясним, какие оценки – "лагированные" или "накопленные" – ближе к истинным значениям. Составим суммы квадратов разностей:

$$\left(\frac{x_1}{x_n}-\frac{A_1}{A_n}\right)^2+\left(\frac{x_2}{x_n}-\frac{A_2}{A_n}\right)^2+..+\left(\frac{x_{n-1}}{x_n}-\frac{A_{n-1}}{A_n}\right)^2$$

$$\left(\frac{y_1}{y_n}-\frac{A_1}{A_n}\right)^2+\left(\frac{y_2}{y_n}-\frac{A_2}{A_n}\right)^2+..+\left(\frac{y_{n-1}}{y_n}-\frac{A_{n-1}}{A_n}\right)^2$$

Чем меньше сумма квадратов разностей истинных и оценочных значений, тем лучше оценка. Результаты в табл. 6.

Таблица 6

Сравнение качества лагированной и накопленной оценок

	Сумма квадратов разностей истинных значений и оценок для лага…					
	2	**3**	**4**	**5**	**10**	**30**
Лагированная оценка	2,351	0,362	1,575	9,586	690,332	53761582,801
Накопленная оценка	4,015	2,594	1,439	0,618	4,120	310,895

Как видно из таблицы, на малых значениях лага (2 – 4) качество оценок вполне сопоставимо. Но, уже начиная с $l = 5$, накопленные оценки демонстрируют гораздо большее соответствие заложенным в модель значениям параметров.

С целью экономии места мы не будем приводить здесь результаты вычислительных экспериментов для других параметров эффективности – δ и γ. Тем более что для проверки робастности результатов все серии экспериментов повторялись в условия разных политических курсов (τ, μ). Качественно вывод о большей устойчивости оценивания с накопленным входом остается в силе во всех случаях.

* * *

Таким образом, нам удалось показать, что анализ динамической модели, построенной на основе теории, позволяет осуществлять практически "настройку" методик эмпирического оценивания. Конечно, в рамках одной статьи мы смогли рассмотреть лишь вполне определенную область – оценки эффективности государства в публичном секторе, и во вполне определенном ракурсе – "затраты–результат". Тем не менее, нам представляется, что продемонстрированная методология обладает значительно большей широтой применения, и мы надеемся показать это в рамках дальнейших исследований.

Ахременко А.С., Петров А.П. 2014. *Влияние системы перераспределения общественных ресурсов на экономическую эффективность, поддержку власти и социальное неравенство: к динамической математической модели.* XII Всероссийское совещание по проблемам управления. ВСПУ-2014. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 12 с.

Ахременко А.С. 2012. Оценка эффективности государства в производстве публичных услуг: теоретическая модель и методика измерения. – *Полис. Политические исследования*. № 1. С. 113-135.

Acemoglu D., Johnson S., Robinson J., Yared P. 2009. Reevaluating the modernization hypothesis. – *Journal of Monetary Economics*. Vol. 56. P. 1043-1058.

Acemoglu D., Naidu S., Restrepo P., Robinson J. 2014. *Democracy Does Cause Growth*. NBER Working Paper 20004. Cambridge MA: NBER. 64 p.

Acemoglu D., Ticchi D., Vindigni A. 2011. Emergence and Persistence of Inefficient States. – *Journal of the European Economic Association*. Vol. 9. No. 2. P. 177-208.

Afonso A., Aubyn M. 2005. Non-parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries. – *Journal of Applied Economics*. Vol. 8. No. 2. November. P. 227-246.

Akhremenko A. 2013. Efficiency and Effectiveness in Russian Regional Healthcare. – *Russia's Regions and Comparative Subnational Politics*. L., NY: Routledge. P. 120-140.

Arcelus F., Arocena P. 2005. Productivity Differences across OECD Countries in the Presence of Environmental Constraints. – *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 56. P. 1352-1362.

Arestoff F., Hurlin Ch. 2006. Estimates of Government Net Capital Stocks for 26 Developing Countries, 1970-2002. – *Policy Research Working Paper Series 3858*. The World Bank. 55 p.

Arslanalp S., Bornhorst F., Gupta S., Sze E. 2010. *Public Capital and Growth. IMF Working Paper WP/10/175*. International Monetary Fund. 34 p.

Barro R. 2012. *Convergence and Modernization Revisited*. NBER Working Paper 18295. Cambridge MA: NBER. 66 p.

Battaglini M., Nunnari S., Palfrey T. 2012. Legislative Bargaining and the Dynamics of Public Investment. – *American Political Science Review*. Vol. 106. No. 2. P. 407-429.

Coelli T. 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer. 349 p.

Commission on Growth and Development. 2008. *The Growth Report: Strategies for Sustained Growth and Inclusive Development*. 198 p. URL: http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/489960-1338997241035/Growth_Commission_Final_Report.pdf (accessed 01.09.2014).

Cooper W., Seiford L., Tone K. 2006. *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Springer. 492 p.

Crowder W.J., Himarios D. 1997. Balanced Growth and Public Capital: An Empirical Analysis. – *Applied Economics*. Vol. 29. No. 8. P. 1045-1053.

Emrouznejad A., Parker B., Tavares G. 2008. Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: a Survey and Analysis of the first 30 years of Scholarly Literature in DEA. – *Socio-Economic Planning Science*. Vol. 42. No. 3. P. 151-157.

Gupta S., Kangur A., Papageorgiou Ch., Wane A. 2014. Efficiency-Adjusted Public Capital and Growth. – *World Development*. Vol. 57. P. 164-178.

Hall R., Jones C. 1999. Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others? – *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 114. No. 1. P. 83-116.

Hassler J., Storesletten H., Zilibotti F. 2007. Democratic Public Good Provision. – *Journal of Economic Theory*. Vol. 133. P. 127-151.

Hulten Ch. 1996. *Infrastructure Capital and Economic Growth: How Well you Use it may be More Important than How Much you Have*. NBER Working Paper 5847. Cambridge MA: NBER. 37 p.

Hulten Ch. 2001. Total Factor Productivity. A Short Biography. – Hulten C.R., Dean E.R., Harper M.J. (eds). *New Developments in Productivity Analysis*. Chicago: University of Chicago Press. P. 1-54.

Isaksson A. 2007. *Determinants of Total Factor Productivity: a Literature Review*. United Nations Industrial Development Organization Research and Statistics Working Paper 02/2007. Vienna. 106 p. URL: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Determinants_of_productivity_corss_country_analysis_and_country_case_studies.pdf (accessed 01.09.2014).

Kamps C. 2004. *The Dynamic Effects of Public Capital: Evidence for 22 OECD Countries*. Kiel: Kiel Institute of World Economics Working Paper No. 1224. 31 p.

Keefer P., Knack S. 2007. Boondoggles, Rent-Seeking, and Political Checks and Balances: Public Investment under Unaccountable Governments. – *Review of Economics and Statistics*. Vol. 89. No. 3. P. 566-572.

Keller W., Yeaple S. 2003. *Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States*. NBER Working Paper No. 9504. Cambridge MA: NBER. 53 p.

Maudos J., Pastor J., Serrano L. 2003. Human Capital in OECD Countries: Technical Change, Efficiency and Productivity. – *International Review of Applied Economics*. Vol. 17. P. 419-435.

O'Donnell C.J., van der Westhuizen G. 2002. Regional comparisons of banking performance in South Africa. – *The South African Journal of Economics*. Vol. 70. P. 1-34.

Pereira A.M., Sagales R.O. 2003. Spillover Effects of Public Capital Formation: Evidence from the Spanish Regions. – *Journal of Urban Economic*s. Vol. 53. No. 2. P. 238-256.

Pritchett L. 2000. The Tyranny of Concepts: CUDIE (Cumulated, Depreciated, Investment Effort) is not capital. – *Journal of Economic Growth*. Vol. 5. P. 361-384.

Przeworski A. 2004. Democracy and Economic Development. – Mansfield E.D., Sisson R. (eds.). *The Evolution of Political Knowledge*. Columbus: Ohio State University Press. 430 p.

Raiser M., Rousso A., Steves F., Teksoz U. 2007. Trust in Transition: Cross-Country and Firm Evidence. – *The Journal of Law, Economics, & Organization*. Vol. 24. No. 2. P. 407-433.

Robinson J., Torvik R. 2005. White Elephants. – *Journal of Public Economics*. Vol. 89. No. 2-3. P. 197-210.

Volden C., Wiseman A. 2007. Bargaining in Legislatures over Particularistic and Collective Goods. – *American Political Science Review*. Vol. 101. No. 1. P. 79-92.

World Bank. 2007. *Fiscal Policy for Growth and Development Further Analysis and Lessons from Country Studies*. World Bank Report, March. 53 p.

DOI: 10.17976/jpps/2014.06.02

EFFECTIVENESS OF PUBLIC INVESTMENT: A "MODEL-TO-EVALUATION" STRATEGY

A.S. Akhremenko[1]

[1]*Higher School of Economics. Moscow, Russia*

AKHREMENKO Andrey Sergeevich, Dr. Sci. (Pol. Sci.), Professor, National Research University Higher School of Economics, School of Social Sciences. Email: aakhremenko@hse.ru

Received: 17.08.2014. Accepted: 01.09.2014

Acknowledgements. The study (№ 14-01-0127) was supported by the HSE Academic Fund Programme 2014/2015 and by the Russian Foundation for Basic Research (project № 14-06-00226)

Abstract. The study has two major focuses. The first one is of a methodological kind: we investigate the capabilities of a formal dynamic model to link theory and empirical estimation techniques. The other one is much more specified: we deal with the problems of public good provision and public capital accumulation and depreciation. Tying it all together, we demonstrate how formal theory can adjust the evaluation of public investment efficiency. The first part of the paper presents the dynamic formal model construction. The core of it is Cobb-Douglas production function with public and private capital as input factors. Public capital stock is increased by budget investment inflow. A set of parameters which regulate system's efficiency enters the model. They are total factor productivity, public investment effectiveness and the efficiency of public assets' maintenance and utilization. We also define a special policy space of the model. In the major part of the paper we examine the data, generated by various models with different efficiency parameter values, via Data envelopment analysis (DEA). We demonstrate that the best estimates are obtained when we use cumulative inputs (the sum of budgets investments over a few time periods). Thus we show that dynamic formal model analysis can make a practical contribution to estimation techniques' "fine tuning".

Keywords: public investment, public capital, dynamic formal model, state efficiency, Data Envelopment Analysis, redistribution of resources, policy space.

References

Acemoglu D., Johnson S., Robinson J., Yared P. Reevaluating the modernization hypothesis. – *Journal of Monetary Economics*. 2009. Vol. 56. P. 1043-1058.

Acemoglu D., Naidu S., Restrepo P., Robinson J. *Democracy Does Cause Growth*. NBER Working Paper 20004. Cambridge MA: NBER. 2014. 64 p.

Acemoglu D., Ticchi D., Vindigni A. Emergence and Persistence of Inefficient States. – *Journal of the European Economic Association*. 2011. Vol. 9. No. 2. P. 177-208.

Afonso A., Aubyn M. Non-parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries. – *Journal of Applied Economics*. 2005. Vol. 8. No. 2. November. P. 227-246.

Akhremenko A. Efficiency and Effectiveness in Russian Regional Healthcare. – *Russia's Regions and Comparative Subnational Politics*. L., NY: Routledge. 2013. P. 120-140.

Akhremenko A.S. Estimation of the State's Effectiveness in the Production of Public Services: a Theoretical Model and the Methods of Measuring. – *Polis. Political Studies*. 2012. No. 1. P. 113-135. (In Russ.)

Akhremenko A.S., Petrov A.P. *Vlijanie sistemy pereraspredelenija obshhestvennyh resursov na jekonomicheskuju jeffektivnost', podderzhku vlasti i social'noe neravenstvo: k dinamicheskoj matematicheskoj modeli* [Influence of the System of Redistribution of Public Resources on Economic Efficiency: to a Dynamic Mathematical Model]. Moscow: Institute of Control Sciences V.A. Trapeznikov Academy of Sciences. 2014. 12 p.

Arcelus F., Arocena P. Productivity Differences across OECD Countries in the Presence of Environmental Constraints. – *Journal of the Operational Research Society*. 2005. Vol. 56. P. 1352-1362.

Arestoff F., Hurlin Ch. Estimates of Government Net Capital Stocks for 26 Developing Countries, 1970-2002. – *Policy Research Working Paper Series 3858.* The World Bank. 2006. 55 p.

Arslanalp S., Bornhorst F., Gupta S., Sze E. *Public Capital and Growth. IMF Working Paper WP/10/175.* International Monetary Fund. 2010. 34 p.

Barro R. *Convergence and Modernization Revisited.* NBER Working Paper 18295. Cambridge MA: NBER. 2012. 66 p.

Battaglini M., Nunnari S., Palfrey T. Legislative Bargaining and the Dynamics of Public Investment. – *American Political Science Review*. 2012. Vol. 106. No. 2. P. 407-429.

Coelli T. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis.* Springer. 2005. 349 p.

Commission on Growth and Development. *The Growth Report: Strategies for Sustained Growth and Inclusive Development.* 2008. 198 p.

Cooper W., Seiford L., Tone K. *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software.* Springer. 2006. 492 p.

Crowder W.J., Himarios D. Balanced Growth and Public Capital: An Empirical Analysis. – *Applied Economics.* 1997. Vol. 29. No. 8. P. 1045-1053.

Emrouznejad A., Parker B., Tavares G. Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: a Survey and Analysis of the first 30 years of Scholarly Literature in DEA. – *Socio-Economic Planning Science*. 2008. Vol. 42. No. 3. P. 151-157.

Gupta S., Kangur A., Papageorgiou Ch., Wane A. Efficiency-Adjusted Public Capital and Growth. – *World Development.* 2014. Vol. 57. P. 164-178.

Hall R., Jones C. Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others? – *Quarterly Journal of Economics.* 1999. Vol. 114. No. 1. P. 83-116.

Hassler J., Storesletten H., Zilibotti F. Democratic Public Good Provision. – *Journal of Economic Theory*. 2007. Vol. 133. P. 127-151.

Hulten Ch. *Infrastructure Capital and Economic Growth: How Well you Use it may be More Important than How Much you Have.* NBER Working Paper 5847. Cambridge MA: NBER. 1996. 37 p.

Hulten Ch. Total Factor Productivity. A Short Biography. – Hulten C.R., Dean E.R., Harper M.J. (eds). *New Developments in Productivity Analysis.* University of Chicago Press. 2001. P. 1-54.

Isaksson A. *Determinants of Total Factor Productivity: a Literature Review.* United Nations Industrial Development Organization Research and Statistics Working Paper 02/2007. Vienna. 2007. 106 p.

Kamps C. *The Dynamic Effects of Public Capital: Evidence for 22 OECD Countries.* Kiel Institute of World Economics Working Paper No. 1224. 2004. 31 p.

Keefer P., Knack S. Boondoggles, Rent-Seeking, and Political Checks and Balances: Public Investment under Unaccountable Governments. – *Review of Economics and Statistics.* 2007. Vol. 89. No. 3. P. 566-572.

Keller W., Yeaple S. *Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States.* NBER Working Paper No. 9504, Cambridge MA: NBER. 2003. 53 p.

Maudos J., Pastor J., Serrano L. Human Capital in OECD Countries: Technical Change, Efficiency and Productivity. – *International Review of Applied Economics.* 2003. Vol. 17. P. 419-35.

O'Donnell C.J., van der Westhuizen G. Regional comparisons of banking performance in South Africa. – *The South African Journal of Economics.* 2002. Vol. 70. P. 1-34.

Pereira A.M., Sagales R.O. Spillover Effects of Public Capital Formation: Evidence from the Spanish Regions. – *Journal of Urban Economic*s. 2003. Vol. 53. No. 2. P. 238-256.

Pritchett L. The tyranny of concepts: CUDIE (Cumulated, Depreciated, Investment Effort) is not capital. – *Journal of Economic Growth.* 2000. Vol. 5. P. 361-384.

Przeworski A. Democracy and Economic Development. – Mansfield E.D., Sisson R. (eds.). *The Evolution of Political Knowledge*. Columbus: Ohio State University Press. 2004. 430 p.

Raiser M., Rousso A., Steves F., Teksoz U. Trust in Transition: Cross-Country and Firm Evidence. – *The Journal of Law, Economics, & Organization*. 2007. Vol. 24. No. 2. P. 407-433.

Robinson J., Torvik R. White Elephants. – *Journal of Public Economics.* 2005. Vol. 89. No. 2-3. P. 197-210.

Volden C., Wiseman A. Bargaining in Legislatures over Particularistic and Collective Goods. – *American Political Science Review.* 2007. Vol. 101. No. 1. P. 79-92.

World Bank. *Fiscal Policy for Growth and Development Further Analysis and Lessons from Country Studies.* World Bank Report, March. 2007. 53 p.