

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К.В. Ростислав, Ю.Ю. Пономарев

СОВОКУПНАЯ ФАКТОРНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В РОССИИ: ВЛИЯНИЕ
ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Препринт

В рамках данного исследования оценивалась устойчивость совокупной факторной производительности (СФП) в России к методу оценивания. Были систематизированы подходы к оценке СФП, разработан подход для анализа СФП с учетом экономико – географических характеристик и роли человеческого капитала. Анализ проводился как на макроуровне (на основе страновых данных, в разрезе российских регионов), так и на микроуровне (на уровне отдельных компаний). Эконометрический анализ проводился с использованием параметрических и непараметрических методов. Показано, что различия в производительности связаны с системой расселения, ролью природных ресурсов, человеческий капитал оказался значим скорее не с точки зрения уровня образования, но с точки зрения здоровья населения.

In this study the stability of the total factor productivity (TFP) in Russia connected with estimation methods was assessed. Approaches to assessing TFP were systematized, an approach was developed for analyzing TFP, taking into account the economic - geographical characteristics and the role of human capital. The analysis was carried out both at the macro level (based on national accounts, regional data) and at the micro level (at the level of companies). Econometric analysis was carried out using parametric and nonparametric methods. It is shown that differences in productivity were connected with the settlement system, the role of natural resources; human capital turned out to be significant not in terms of education level, but in terms of population health.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ и систематизация теоретических и эмпирических подходов к оценке технологического множества и совокупной факторной производительности на различных уровнях агрегации данных	6
1.1 Подходы к оценке СФП	6
1.2 Подходы для измерения факторов производства на уровне национальных экономик.....	9
1.3 Подходы к оценке СФП на микроуровне	11
1.4 Ключевые проблемы оценки общей факторной производительности.....	12
1.5 Выводы о подходах к оценке СФП.....	12
2 Анализ и систематизация факторов, оказывающих влияние на СФП на различных уровнях агрегации данных	12
2.1 Введение	12
2.2 Описание факторов, влияющих на СФП, а также их оценки, полученные при агрегации данных на межстрановом уровне.....	13
2.3 Описание факторов, влияющих на СФП, а также их оценки, полученные при агрегации данных на других микроуровнях	13
3 Анализ и систематизация основных эмпирических подходов к оценке совокупной факторной производительности, результатов оценок для российской экономики	14
4 Эмпирический анализ совокупной факторной производительности в России	14
4.1 Разработка и описание подхода к оценке совокупной факторной производительности параметрическими и непараметрическими эконометрическими методами на различных уровнях агрегации данных.....	14
4.2 Формирование и описание базы данных для оценки СФП	24
4.3 Анализ результатов оценки совокупной факторной производительности параметрическими и непараметрическими эконометрическими методами на различных уровнях агрегации данных	35
5 Эмпирический анализ различий в оценках СФП на различных уровнях агрегации экономических субъектов с учетом различий в их экономико-географических характеристиках.....	57

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73

ВВЕДЕНИЕ

Совокупная факторная производительность является одним из ключевых факторов экономического роста. Рост производительности важен для долгосрочного экономического развития, что нашло отражение в целях и задачах, сформулированных в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204, в частности, касающихся вхождения России в пятерку крупнейших экономик мира и сформулированных в Национальной программе Производительность труда и поддержка занятости.

Вместе с тем в экономической литературе существует значительное количество различных подходов к оценке СФП и производительности труда. Это может приводить к некорректным оценкам СФП и их существенной системной вариации, это может обуславливать возникновение дополнительных рисков при формировании мер экономической политики. В связи с этим исследование подходов к оценке совокупной факторной производительности является крайне актуальной задачей.

Цель исследования заключалась в анализе устойчивости совокупной факторной производительности (СФП) в России к методу ее оценивания и разработке подхода к объяснению различий в оценках СФП на различных уровнях агрегации экономических субъектов с учетом различий в их экономико-географических характеристиках.

Для достижения цели исследования были решены следующие задачи:

- Проведены анализ и систематизация теоретических и эмпирических подходов к оценке совокупной факторной производительности в России;
- Выявлены особенности подходов к оценке СФП на различных уровнях агрегации данных;
- Проведены анализ и систематизация факторов, оказывающих влияние на СФП на различных уровнях агрегации данных;
- Предложен подход к оценке совокупной факторной производительности параметрическими и непараметрическими эконометрическими методами на различных уровнях агрегации данных;
- Получены первые оценки производительности для субъектов Российской Федерации и оценена их устойчивость к посылкам расчета.

В первом разделе отчета раскрыто содержание СФП и приведены различные способы ее оценки. Во втором разделе рассмотрены результаты оценки связей различий между уровнем производительности или скоростью ее роста и различными условиями. В третьем разделе приведен обзор накопленного опыта оценки СФП для России. Четвертый раздел описывает предлагаемый подход к оценке производительности в России и описывает доступные для этих оценок данные.

1 Анализ и систематизация теоретических и эмпирических подходов к оценке технологического множества и совокупной факторной производительности на различных уровнях агрегации данных

1.1 Подходы к оценке СФП

В данном разделе будут представлены ключевые теоретические методы для оценки совокупной факторной производительности на макроуровне, а также подходы к измерению факторов производства на уровне национальных экономик.

Совокупная факторная производительность – отдача от факторов производства. Этот показатель рассчитывается как отношение показателя выпуска к совокупному уровню затрат (факторов производства).

Выражение для совокупной факторной производительности для фирмы или отрасли (TFP — total factor productivity) и индекс СФП для фирмы (отрасли) h в период s по отношению к СФП для фирмы (отрасли) i в период t ($TFP_{hs,it}$) можно представить по формулам (1) и (2):

$$TFP_{it} = \frac{Q_{it}}{X_{it}} \quad (1)$$

$$TFP_{hs,it} = \frac{TFP_{it}}{TFP_{hs}} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{Q_{hs}/X_{hs}} = \frac{Q_{hs,it}}{X_{hs,it}} \quad (2)$$

где $x_{it} = (x_{1it}, \dots, x_{Kit})'$ — вектор затрат фирмы (отрасли) i , период t ;

$q_{it} = (q_{1it}, \dots, q_{Jit})'$ — количественный вектор выпуска фирмы (отрасли) i в период t ;

$Q_{it} = Q(q_{it})$ — совокупный выпуск для фирмы (отрасли) i во период t ;

$X_{it} = X(x_{it})$ — совокупные затраты для фирмы (отрасли) i в период t ;

$Q_{hs,it} = \frac{Q_{it}}{Q_{hs}}$ — количественный индекс выпуска;

$X_{hs,it} = \frac{X_{it}}{X_{hs}}$ — количественный индекс затрат.

Агрегированный выпуск, а также агрегированные затраты могут определяться по-разному, тем самым мы получаем различные СФП, основанные на различных индексах [1]. Рассмотрим подробнее возможные варианты индексов (таблица 1).

В таблице 1: w_{it}, p_{it} — векторы цен на затраты и выпуск соответственно по формуле (3):

$$\begin{aligned} w_{it} &= (w_{1it}, \dots, w_{Kit})' \\ p_{it} &= (p_{1it}, \dots, p_{Jit})' \end{aligned} \quad (3)$$

где p_0, w_0, q_0, x_0 — векторы репрезентативных (представительных) цен и количеств;

t_0 — репрезентативный (представительный) период времени.

$D_0(\cdot), D_I(\cdot)$ — функции расстояния Шепарда для выпуска и для затрат.

Индексы СФП показаны в таблице 1. Таблица 1 — Индексы СФП

Название	Способ расчета Агрегированного выпуска ($Q(q)$)	Способ расчета затрат с помощью индексов ($X(x)$)	Способ расчета TFP индексов
Ласпейреса	$Q(q) = p'_{hs} q$	$X(x) = w'_{hs} x$	$TFP_{hs,it} = \frac{p'_{hs} q_{it} w'_{hs} x_{hs}}{p'_{hs} q_{hs} w'_{hs} x_{it}}$
Пааше	$Q(q) = p'_{it} q$	$X(x) = w'_{it} x$	$TFP_{hs,it} = \frac{p'_{it} q_{it} w'_{it} x_{hs}}{p'_{it} q_{hs} w'_{it} x_{it}}$
Фишера	$Q(q) = (p'_{it} q q p'_{hs})^{1/2}$	$X(x) = (w'_{hs} x x w'_{it})^{1/2}$	$TFP_{hs,it} = \left(\frac{p'_{it} q_{it} p'_{hs} q_{it} w'_{hs} x_{hs} w'_{it} x_{hs}}{p'_{it} q_{hs} p'_{hs} q_{hs} w'_{hs} x_{it} w'_{it} x_{it}} \right)^{1/2}$
Лоу	$Q(q) = p'_0 q$	$X(x) = w'_0 x$	$TFP_{hs,it} = \frac{p'_0 q_{it} w'_0 x_{hs}}{p'_0 q_{hs} w'_0 x_{it}}$
Мальмквиста относительно технологии единицы h в период s	$Q(q) = D_0(x_{hs}, q, s)$	$X(x) = D_I(x, q_{hs}, s)$	$TFP_{hs,it} = \frac{D_0(x_{hs}, q_{it}, s) D_I(x_{hs}, q_{hs}, s)}{D_0(x_{hs}, q_{hs}, s) D_I(x_{it}, q_{hs}, s)}$
Мальмквиста относительно технологии единицы i в период t	$Q(q) = D_0(x_{it}, q, t)$	$X(x) = D_I(x, q_{it}, t)$	$TFP_{hs,it} = \frac{D_0(x_{it}, q_{it}, t) D_I(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_0(x_{it}, q_{hs}, t) D_I(x_{it}, q_{it}, t)}$
Хикса — Морстина	$Q(q) = [D_0(x_{hs}, q, s) D_0(x_{it}, q, t)]^{1/2}$	$X(x) = [D_I(x, q_{hs}, s) D_I(x, q_{it}, t)]^{1/2}$	$TFP_{hs,it} = \left(\frac{D_0(x_{hs}, q_{it}, s) D_I(x_{hs}, q_{hs}, s) D_0(x_{it}, q_{it}, t) D_I(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_0(x_{hs}, q_{hs}, s) D_I(x_{it}, q_{hs}, s) D_0(x_{it}, q_{hs}, t) D_I(x_{it}, q_{it}, t)} \right)^{1/2}$
Фере — Примона	$Q(q) = D_0(x_0, q, t_0)$	$X(x) = D_I(x, q_0, t_0)$	$TFP_{hs,it} = \frac{D_0(x_0, q_{it}, t_0) D_I(x_{hs}, q_0, t_0)}{D_0(x_0, q_{hs}, t_0) D_I(x_{it}, q_0, t_0)}$

Примечание — источник: составлено авторами на основе [1] (O'Donnell C.J., 2011)

Все полные индексы могут быть разложены на меру технического прогресса (technical change) (движение самой кривой производственных возможностей) и различные меры изменения эффективности [2]. Индекс может быть мультипликативно-полным (multiplicative completeness), может быть аддитивно-полным (additive completeness) [2].

Выделяются два основных метода для оценки технологического развития: оценка технологического развития через отдельные статистические индикаторы (Индекс технологических достижений (Technology Achievement Index — TAI), Глобальный инновационный индекс (Global Innovation Index — GII) и т.д.) и подход на основе оценок СФП - анализа моделей экономического роста, эконометрического моделирования и линейного программирования, где оценивается производственная функция. Минус подхода с использованием индикаторов: метод отражает лишь отдельные аспекты инновационного развития, нет возможности агрегировать информацию.

Выделяется два метода оценки эффективности экономики с помощью экономико-математического аппарата: к первому методу относится подход Солоу, предложенный им в 1957 году, второй метод основывается на основе анализа границ производственных возможностей. При этом второй метод можно также разделить на два направления.

1) метод огибающих (data envelopment analysis — DEA), впервые изложен в работе M. J. Farrell «The Measurement of Productive Efficiency» в 1957 году [3]. Этот способ используется для расчета границы производственных возможностей и является непараметрическим методом.

2) В 1977 году Aigner D., Lovell C., Schmidt P. в своей работе «Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models» предложили метод стохастической границы (stochastic frontier analysis, SFA) [4]. SFA-индекс отражает расстояние страны i до границы производственных возможностей в году t . Этот метод позволяет учесть наличие случайных эффектов, включающих ошибки измерения, которые воздействуют на отклонение от границы производственных возможностей.

Основное ограничение метода огибающих (DEA) — подход не предполагает наличия ошибок в данных, т.е. считается, что все комбинации в выборке «производственные факторы — выпуск», достижимы. Ошибки включаются в оценки эффективности.

Параметрические способы оценки позволяют сделать статистический вывод об оценках параметров функций, задающих множество производственных возможностей, если исследователь работает со случайной выборкой среди производителей и знает вид производственной функции или функции расстояния.

1.2 Подходы для измерения факторов производства на уровне национальных экономик

При оценке производительности выделяют достаточно большое количество факторов: труд, капитал, промежуточные затраты (энергия, услуги, материалы), институты, инфраструктура. Для каждого фактора производства могут быть предложены разные способы расчета, существуют отдельные трудности при расчетах.

На данный момент затраты труда для отрасли наиболее адекватно измеряются количеством фактически отработанных часов. Самый простой, хотя и наименее рекомендуемый, показатель трудоемкости — это среднесписочная численность работников.

Главная характеристика любой системы производства — амортизация, отличают экономическую амортизацию (economic depreciation) от физической, или производственной, амортизации (physical, capacity, depreciation), оценки капитала сильно зависят от способа учета амортизации, метода инвентаризации.

В литературе измерители человеческого капитала разделяют на три группы:

- 1) Натуральные: показатели уровня образования и здоровья населения;
- 2) Стоимостные: оценка стоимости запаса человеческого капитала страны или отдельного региона в текущей валюте страны. Показатели оцениваются методом дисконтирования суммарных доходов индивидов.
- 3) индексный подход: индексы, которые могут совмещать в себе, как и натуральный, так и стоимостной подход. наиболее известным является Индекс человеческого развития (ИЧР) (Human Development Index) является наиболее распространенным индексом. Он равняется средней арифметической из трех частных индексов: продолжительности жизни, уровня жизни и достигнутого уровня образования. Неоинституциональная теория утверждает ключевую роль институтов, которые устанавливают основные правила в обществе, являются гарантом защиты прав собственности, а также исполнений договоров и контрактов. Соблюдение этих правил и ограничений дают обществу стимулы к производственной деятельности, к инвестированию в человеческий и физический капитал, к развитию технологий [5]. Для оценки институтов могут использоваться такие оценки, как Индекс экономической свободы [economic freedom (Fraser Institute)], Индекс Polity IV (Polity IV Project), Индекс восприятия коррупции [corruption perception index (Transparency International)].

Инфраструктурный капитал является также важным фактором для экономического роста, выделяют два основных измерителя инфраструктурного капитала:

— В стоимостном выражении запас капитала: 1) оцененный по стоимости основных фондов для отраслей «транспорт, связь, производство, распределение электроэнергии, газа и воды», 2) оцененный по непрерывной амортизации активов на основе статистики государственных инвестиций в основной капитал;

— В натуральном выражении: показатели обеспеченности: 1) телекоммуникационной связью, 2) транспортной инфраструктурой, 3) сетями интернет, 4) электрогенерирующими мощностями.

1.3 Подходы к оценке СФП на микроуровне

Выпуск в классическом виде описывается производственной функцией Кобба — Дугласа.

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_K} L_{it}^{\beta_L} M_{it}^{\beta_M}, \quad (4)$$

где Y_{it} — выпуск фирмы i в период t ;

L_{it}, K_{it}, M_{it} — факторы производства труда, капитала и материалов соответственно;

A_{it} — уровень эффективности фирмы i в периоде t .

Логарифмирование приводит к линейному виду производственной функции:

$$\ln(A_{it}) = \beta_0 + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

где β_0 измеряет средний уровень эффективности среди фирм во времени;

ε_{it} — специфическое для времени и фирмы отклонение от среднего, которое затем может быть разложено на наблюдаемый (или, по меньшей мере, предсказуемый) и ненаблюдаемый (случайный) компоненты.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_K k_{it} + \beta_L l_{it} + \beta_M m_{it} + v_{it} + u_{it}^q \quad (6)$$

где $\omega_{it} = \beta_0 + v_{it}$ измеряет факторную производительность фирмы и u_{it}^q — случайные отклонения от среднего, вызванные ошибками измерения, непредвиденными задержками производства и другими внешними обстоятельствами.

Оценка факторной производительности может быть рассчитана:

$$\hat{\omega}_{it} = \hat{v}_{it} + \hat{\beta}_0 = y_{it} - \hat{\beta}_K k_{it} - \hat{\beta}_L l_{it} - \hat{\beta}_M m_{it} \quad (7)$$

Эконометрическая оценка, получаемая с помощью стандартного метода наименьших квадратов (МНК), приводит к смещенным оценкам совокупной факторной производительности, что вызвано эндогенностью вводимых в производство ресурсов, смещением выборки.

Классические методы решения проблемы эндогенности факторов производства рассматривают введение фиксированных эффектов и инструментальных переменных [6]. Отдельные случаи возникают для случаев многопродуктовых фирм.

Для достижения состоятельности оценки инструментальной переменной необходимо, чтобы были соблюдены три условия [7]. Во-первых, инструменты должны быть коррелированы с эндогенными регрессорами. Во-вторых, инструменты не могут напрямую коррелировать с производственной функцией. В-третьих, инструменты не могут быть коррелированы с ошибкой (и, следовательно, с совокупной факторной производительностью).

Относительно недавно стали использоваться усовершенствованные подходы [8–10] (метод Olley и Pakes [8] использует инвестиционные решения в качестве прокси переменной ненаблюдаемой совокупной факторной производительности, Levinsohn и Petrin [9] (LP) используют в качестве прокси переменной расходы на промежуточные сырье и материалы).

Существуют также и более современные методы оценки совокупной факторной производительности фирм, каждый из которых, однако, сопряжен с рядом технических особенностей – подходы Akerberg и др. [11], Wooldridge [12], De Loecker [13], другие.

1.4 Ключевые проблемы оценки общей факторной производительности

В исследовании были выделены ключевые проблемы оценки, в частности, связанные с необходимыми данными, а именно - информацией о единице продукции, произведенной для каждого периода времени в выборке, а также средней цене в каждом периоде для каждого из видов продукции. Кроме того, требуется информация обо всех промежуточных затратах, используемых производственной единицей для каждого периода времени в выборке, а также о средней цене, уплаченной за каждый из видов затрат. Сложности возникают как при учете налогов, так и при оценке затрат на природные ресурсы. Возникают проблемы распределения выпуска больших корпораций между регионами а также различия реальной производственной деятельности и потока денежных платежей в микроданных предприятий и иные проблемы.

1.5 Выводы о подходах к оценке СФП

В данном обзоре по анализу и систематизации теоретических и эмпирических подходов к оценке СФП были рассмотрены три основные части: подходы к оценке СФП, который включал в себя анализ индексов СФП, мер эффективности и оценку технологического развития; подходы к измерению факторов производства на уровне национальных экономик; ключевые проблемы оценки СФП.

2 Анализ и систематизация факторов, оказывающих влияние на СФП на различных уровнях агрегации данных

2.1 Введение

Различия в производительности были по сути главным исследовательским вопро-

сом в восемнадцатом веке предтеч современной экономики, Адама Смита и Давида Рикардо, поскольку они рассматривали преимущества специализации и торговли в качестве основы для богатства наций. После снижения производительности в развитых странах в 1970-х годах, слабого роста развивающихся стран в 1980-х годах и распада СССР в начале 1990-х, изучение источников роста и производительности стало основополагающим вопросом в практическом большинстве областей экономической науки.

2.2 Описание факторов, влияющих на СФП, а также их оценки, полученные при агрегации данных на межстрановом уровне

В статье Acemoglu, Zilibotti (2001) показано, что даже когда все страны имеют доступ к одному и тому же набору технологий, все равно будут возникать существенные различия между странами в производительности [14]. Несовпадение технологических навыков может привести к значительным различиям в производительности даже при доступе ко всем технологиям.

Важнейшую роль играют институциональные условия как с точки зрения различий между странами, так и на региональном, муниципальном уровне. Согласно Beugelsdijk, Klasing & Milionis (2018) [15] СФП ниже в европейских регионах с коммунистической историей и относительно большей долей аграрного сектора. Следовательно, согласно авторам, вариация в уровнях СФП европейских регионов есть прямое влияние экономико-географических условий, а также исторического прошлого.

В работе Henderson (2002) показано, что урбанизация сама по себе не сильно влияет на рост производительности, но существует наилучшая степень концентрации в городах с точки зрения максимального роста производительности [16].

Также помимо экономико-географических условий, доступа к технологиям и наличия природных ресурсов одним из важнейших факторов, влияющих на СФП, является человеческий капитал (Lagakos, Moll, Porzio, Qian & Schoellman, 2017) [17].

2.3 Описание факторов, влияющих на СФП, а также их оценки, полученные при агрегации данных на других микроуровнях

Наиболее значимые теории экономического роста, в том числе теории Ромера, Портера и Джейкобса, подчеркивают роль технологических побочных эффектов в обеспечении роста. При этом агломерационные эффекты могли оказывать разное влияние на производительность.

Среди работ, изучающих детерминанты СФП на уровне фирм, следует отметить Aghion, Bergeaud, Cetto, Lecat & Maghin (2019), в которой показана совокупная перевернутая U-взаимосвязь между доступом к кредитам и ростом производительности [18].

Статья Acemoglu and Angrist (2000) использует потенциально экзогенную

вариацию среднего школьного образования, вызванные изменениями в законах об обязательном школьном образовании в США [19]. Авторы показали, что в отличие от оценок МНК оценки инструментальных переменных для мужчин в возрасте 40–49 лет в 1960–1980 гг. составили около 1–2 %, что значительно ниже соответствующих оценок МНК. Добавление данных переписи по 1950 году и / или данных по мужчинам в возрасте 30–39 лет дает несколько меньшие и более точные оценки. Таким образом, авторы пришли к выводу, что нет убедительных доказательств в пользу того тезиса, что существуют положительные экстерналии человеческого капитала при агрегации данных на уровне домохозяйств.

3 Анализ и систематизация основных эмпирических подходов к оценке совокупной факторной производительности, результатов оценок для российской экономики

В российской академической литературе существует достаточно значительное число работ, связанных с анализом совокупной факторной производительности. Большинство из них сосредоточены на анализе СФП на уровне сравнения оценок между регионами или отраслями. В сравнении с другими странами вклад совокупной факторной производительности в прирост реального ВВП находится на уровне 40 %, что близко к среднемировым значениям. Оценка вклада СФП может варьироваться от 38–53 % до 94 %) (таблица **Ошибка! Источник ссылки не найден.2**).

Таблица 2 — Оценки СФП для России, разные периоды

Исследование	Период	Экономический рост, %	Вклад СФП, п.п.	Вклад СФП, %
Dolinskaya (2001) [20]	1992–1997	-8 %	-4,3	53 %
Воскобойников (2003) [21]	1961–2001	2,06	0,34	16 %
	1961–1974	6,78	1,91	28 %
	1975–1984	4,02	0,94	23 %
	1986–1990	1,24	0,03	2 %
	1991–1994	-15,95	-6,13	38 %
	1995–1998	-4,15	-3,9	94 %
	1999–2001	7,42	5,88	79 %
Iradian (2007) [22]	1996–2006	4,2 %	1,7	40 %
Kuboniwa (2011) [23]	1998Q3–2008Q2	7,6 %	4,1	53 %
IMF (2012) [24]	2000–2011	4,8 %	4,1	86 %

Примечание — Источник [25].

4 Эмпирический анализ совокупной факторной производительности в России

4.1 Разработка и описание подхода к оценке совокупной факторной производительности параметрическими и непараметрическими эконометрическими методами на различных уровнях агрегации данных

Согласно используемому подходу, производительность определяют дробью, в числителе которой совокупный выпуск, а в знаменателе — совокупные затраты. Различие

между общими и частными мерами производительности условно, так как даже при оценке производительности труда по добавленной стоимости труд — это неоднородная статья затрат.

При таком подходе различия в производительности между двумя хозяйственными единицами (предприятием, отраслью, страной и т. д.) i в период t и k в период s определяются отношением прироста выпуска к приросту затрат следующим способом по формуле (8):

$$MFPI_{ks, it} = \frac{MFP_{it}}{MFP_{ks}} = \frac{Q_{it}}{Q_{ks}} \div \frac{X_{it}}{X_{ks}}, \quad (8)$$

где $MFPI_{ks, it}$ — индекс производительности, который показывает, во сколько раз хозяйственная единица i в период t производительнее хозяйственной единицы k в период s ;

MFP_{it}, Q_{it}, X_{it} — соответственно производительность, объем выпуска и объем затрат хозяйственной единицы i в период t ; аналогично для хозяйственной единицы k в период s .

Такие индексы можно полностью разложить на составные части — сдвиг границы множества выпуска (т. е. производственной функции) или затрат (такие сдвиги производственной границы обычно обозначают термином технический прогресс) и различия в эффективности, определенной относительно этой границы. При этом оценку различий в эффективности можно далее разбивать на источники: техническую эффективность, эффективность масштаба (есть ли возможность уменьшить средние затраты на единицу выпуска за счет изменения объема производства) или сочетания (статей затрат или видов выпуска) (возможно ли увеличить выпуск или уменьшить совокупные затраты за счет замещения одного вида затрат другим или смены товарной специализации производства).

Есть два главных подхода к оценке СФП — по валовому выпуску или по добавленной стоимости. Если берут валовой выпуск, то в составе затрат должна быть оценка объема т. н. промежуточных затрат — энергии, материалов и услуг подрядчиков. Оценка по валовому выпуску предпочтительнее с точки зрения теории производства. При оценке по добавленной стоимости может быть достаточно только первичных затрат труда и основного капитала.

Оценки рядов объема валового выпуска в России есть только для страны в целом, хотя и в разрезе отраслей [26]. Однако использовать эти сведения для оценки

производительности проблематично, так как нет ряда объема для промежуточных затрат. Экспериментальные оценки возможно получить, если оценить условный индекс промежуточных затрат через сопоставление индекса объема добавленной стоимости (ВВП, если речь о хозяйстве в целом) и индекса объема валового выпуска.

Примечательно, что в базе данных KLEMS, хотя само название базы указывает на подход к оценке производительности через валовой выпуск и, стало быть, с учетом промежуточных затрат (EMS в названии означают энергию, материалы и услуги подрядчиков, то есть промежуточные затраты), по крайней мере в таблицах для России, составленных благодаря сотрудничеству ВШЭ и Гронингенского университета, нет индекса объема для валового выпуска — его оценки (как и оценки промежуточного потребления) указаны только в текущих ценах.

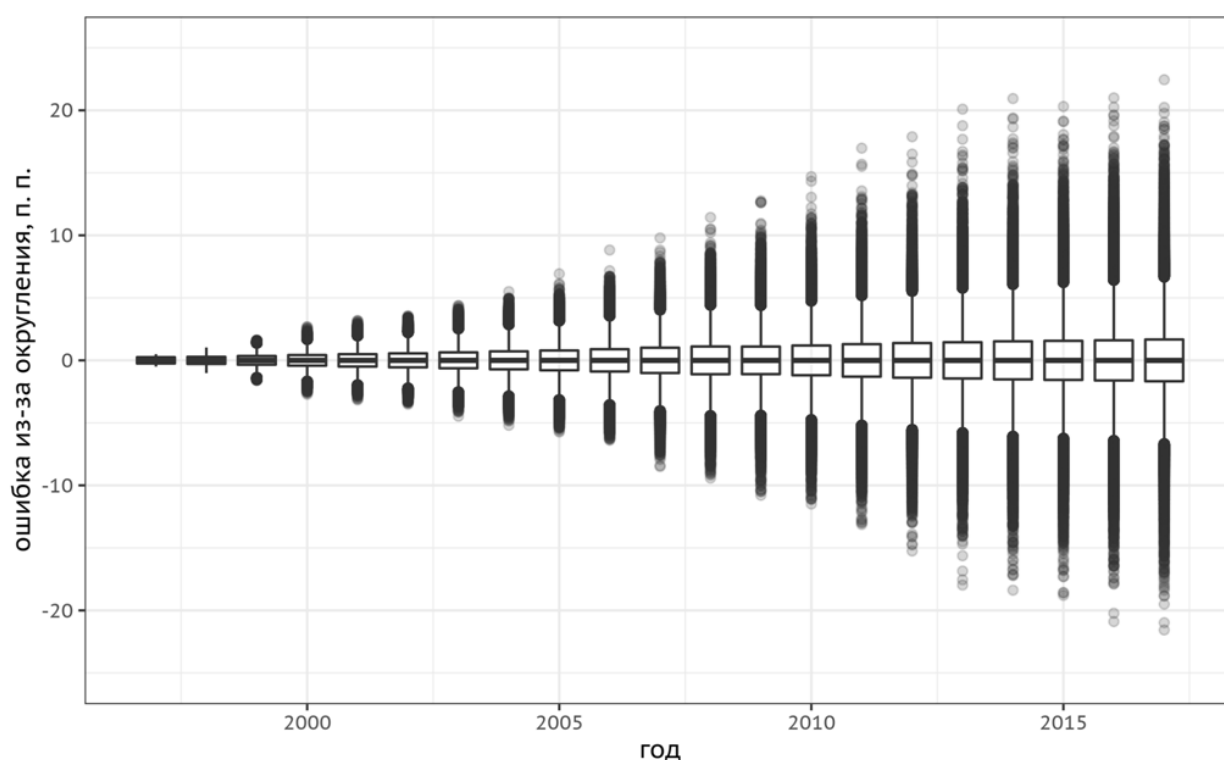
Что касается оценок в разрезе субъектов Федерации, то, хотя ВРП Росстат оценивает производственным способом, сведения об использованных оценках валового выпуска и промежуточного потребления статистическое ведомство не раскрывает, так что единственным вариантом остается оценка по добавленной стоимости без учета промежуточных затрат. Строго говоря, оценка по добавленной стоимости в некотором смысле учитывает их, так как добавленную стоимость получают вычитанием из валового выпуска промежуточного потребления, однако с точки зрения теории оценки производительности это требует сильной посылки о свойстве технологии производства (см. раздел 1).

Во-первых, сами ряды объема — это оценки индексов, причем эти оценки не удовлетворяют требованиям, которые мы указывали ранее. В частности, они не транзитивные, так как в основе их лежит расчет индекса Ласпейреса [27]. (Это же обстоятельство может систематически завышать прирост.) Более того, не являются аддитивными их цепные индексы, так что обобщение рядов отдельных отраслей или субъектов Федерации до уровня страны в целом дает несколько иную картину, чем та, которую предлагают ряды объема, изначально сконструированные для страны в целом. В случае с субъектами Федерации прямое сопоставление осложняется также тем, что некоторые виды деятельности сложно определить к какому-либо одному региону. Речь идет не только о хрестоматийной обороне, но также, например, о деятельности финансовых посредников [28].

Во-вторых, оценки индексов обычно приводятся в округленном до десятой процентного пункта виде. Чтобы показать масштаб искажений, мы использовали индексы объема ВРП за 20 лет с 1997 г. по 2017 г. Для каждого субъекта Федерации мы затем рассчитали цепной индекс, который сравнивает объем ВРП в отдельные годы с

показателем 1996 г. Мы также рассчитали такие же возможные цепные индексы, но с прибавлением случайного числа, так чтобы округленный индекс оставался тем же, что и в таблицах Росстата. Эту симуляцию методом Монте-Карло мы повторили 10 тыс. раз. Итоговое оценочное распределение ошибки округления показывает рисунок 1.

Рисунок 1 демонстрирует, как со временем постепенно увеличивается ошибка округления и растет неопределенность в оценках динамики. В основном спустя 20 лет ошибка лежит в границах ± 3 п. п. от индекса, оцененного по округленным данным, но с теми же табличными показателями Росстата абсолютно совместима и ошибка в ± 20 п. п. Более того, эта ошибка — лишь для временного ряда у отдельного субъекта Федерации. При многосторонних сравнениях совместимая с округленными данными ошибка намного больше.



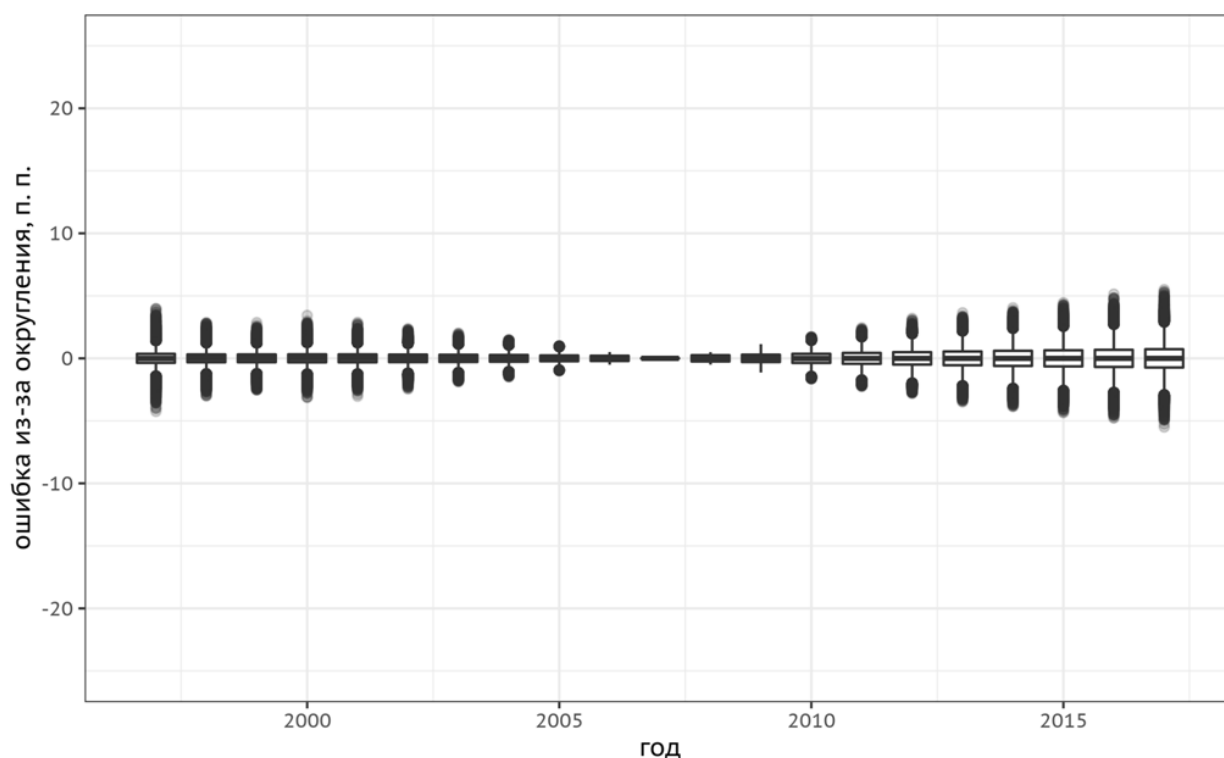
Примечание — источник: составлено авторами с помощью компьютерной симуляции с использованием данных Росстата об индексах объема ВРП.

Рисунок 1 — Оценка распределения ошибки округления согласно симуляции методом Монте-Карло при расчете цепного индекса относительно 1996 г. по парным индексам физического объема ВРП за 1997–2017 гг.

Уменьшить ошибку, связанную со сцеплением парных индексов можно, если взять базовый год из середины рассматриваемого периода, что несколько контринтуитивно, так как в расчете работают всё те же данные. Рисунок 2 показывает распределение ошибок для той же симуляции, но с цепным индексом, у которого базовый год — 2007-й.

Еще одно обстоятельство, которое следует учитывать при оценке объема выпуска — это различия в удельном весе нерыночных производителей и особенности учета объема

нерыночного выпуска. С этой точки зрения важнее даже не то, что нерыночный выпуск исчисляют по издержкам, но то, что его индекс объема получают экстраполяцией числа занятых. Это выглядит так, как если бы производство нерыночного выпуска определяли только трудовые затраты, причем предельный продукт каждого занятого (и во всех отраслях нерыночного производства) был бы постоянным. Статистическое ведомство в методике оценки производительности труда указывает на проблему с нерыночным производством и не проводит расчет отдельно для нерыночных отраслей, но тем не менее сообщает индекс производительности труда для всего хозяйства в целом, но не для всей его рыночной части [29].



Примечание — источник: составлено авторами с помощью компьютерной симуляции с использованием данных Росстата об индексах объема ВРП.

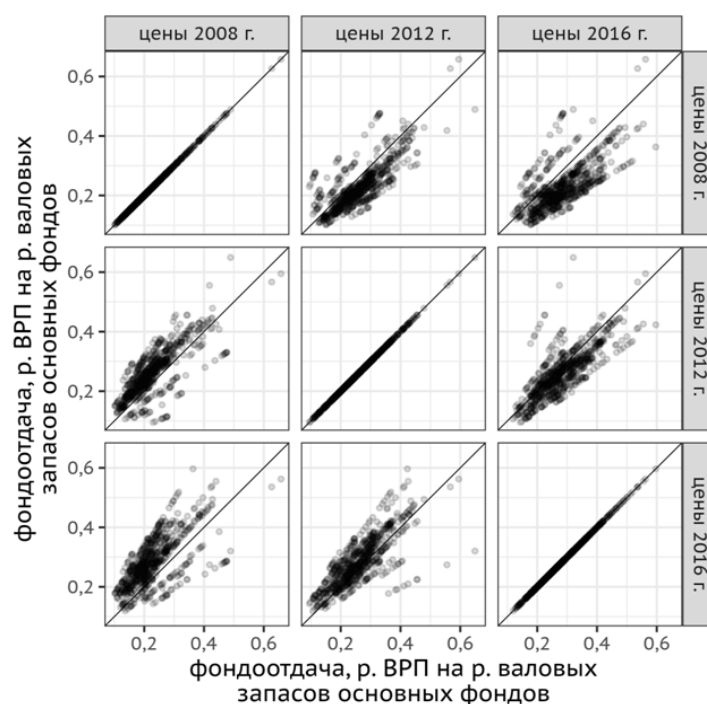
Рисунок 2 — Оценка распределения ошибки округления согласно симуляции методом Монте-Карло при расчете цепного индекса относительно 2007 г. по парным индексам физического объема ВРП за 1997–2017 гг.

Хотя есть теоретические (умозрительные) основания думать, что в нерыночном производстве рост производительности медленнее, это невозможно или крайне сложно установить из данных, поэтому особенность оценки рядов объема для нерыночного выпуска нельзя считать доказанной причиной систематической ошибки в оценке рядов объема валового выпуска для всего хозяйства в целом — экстраполяция по числу занятых прежде всего увеличивает именно неопределенность, дисперсию оценок истинного параметра.

Проблема учета нерыночного производства особенно острая при оценке различий между субъектами Федерации, так как если в стране в целом в 2000–2017 гг. удельный вес нерыночного сектора в доходах был между 8 и 12 %, то в разных субъектах Федерации эта доля разнится в широком интервале от 5 % в Ямало-Ненецком автономном округе до более 40 % в Республике Тыва и Чеченской Республике (речь идет о доле социальных трансфертов в натуральной форме в общем объеме доходов).

Выходом могла бы быть отдельная оценка производительности рыночной части хозяйства Российской Федерации и ее субъектов, однако, во-первых, нет разбивки на рыночный и нерыночный секторы статистики объема капитала, а во-вторых, по крайней мере в разрезе субъектов Федерации едва ли возможно получить удовлетворительные ряды объема добавленной стоимости нерыночных производств — как из-за неаддитивности цепных индексов объема добавленной стоимости отдельных видов деятельности, так и из-за смешения в некоторых видах деятельности, например образовании и здравоохранении, добавленной стоимости и рыночных, и нерыночных производителей.

Еще одна проблема, которая остается в сравнениях субъектов Федерации — это нехватка географического индекса цен выпуска. Из-за этого невозможно даже однозначно ранжировать субъекты Федерации, например, по их фондоотдаче. Так, если мы представим валовые запасы основных фондов и валовой региональный продукт в ценах 2016 г., то самую высокую фондоотдачу мы будем наблюдать в Калининградской области, Чукотском автономном округе и Республике Тыва. Но стоит изменить базовый год на 2012-й, как порядок регионов изменится и на первые места выйдут Сахалинская область, Чукотский и Ненецкий автономные округа, Тюменская область (без Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов) и город Санкт-Петербург. Если сравнить два самых удаленных года, для которых у нас есть и оцени валовых запасов основного капитала, и добавленной стоимости субъектов Федерации, то есть 2008 и 2016 гг., то если коэффициент корреляции между этими рядами будет всего 0,66 (рисунок 3). Мы не видим выхода из этой неопределенности, так что лучшее, что можно предложить, — это проверить устойчивость оценок к выбору базового года.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 3 — Влияние выбора базового года на распределение рядов фондоотдачи по субъектам Российской Федерации.

Приблизительно стоимость выпуска предприятия мы предлагаем оценивать как выручку плюс изменение запасов.

Перейдем теперь к обзору статей затрат на разных уровнях. Так для Российской Федерации в целом, ее отраслей и субъектов Федерации есть сведения о числе фактически отработанных за год на всех видах работ человеко-часов. Это едва ли не лучший показатель затрат труда согласно руководству ОЭСР по оценке производительности [30]. Однако и у этого показателя есть недостатки. Прежде всего изменение общего числа отработанных человеко-часов ничего не сообщает об изменении качества этого труда. Хрестоматийный пример: час труда высококвалифицированного хирурга не то же самое, что час труда выпускника школы, работающего официантом в кафе. Для России в целом оценку объема человеческого капитала дал Р. Капелюшников, но только для двух переписных лет (2002 и 2010 гг.) что является проблемой для учета данных оценок в индексе производительности, так как для этого объема нет готового знания цен (весов), а для их оценки недостаточно всего двух наблюдений [31],.

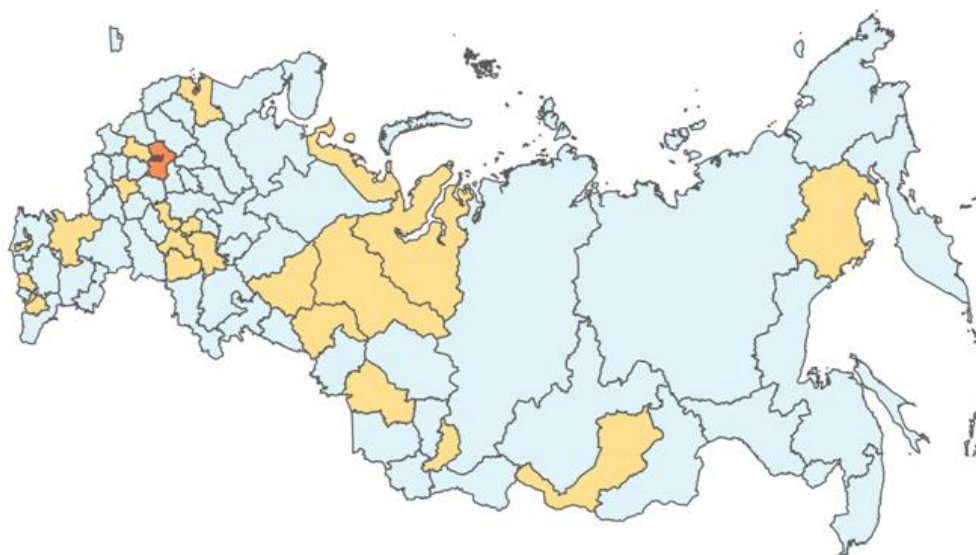
Индекс объема человеческого капитала (множитель для числа занятых) в России относительно уровня США в отдельные годы содержат таблицы Penn World Tables, однако слабость этих оценок в том, что они рассчитаны исходя из одинаковой доходности лет учения во всех странах. Кроме того, в их основе — оценки Барто и Лее для пятилетних

интервалов с 1950 г. по 2010 г. [32]: пропуски авторы PWT заполнили простой линейной интерполяцией.

По крайней мере на региональных данных за счет множественности наблюдений можно было бы оценить веса разных видов затрат труда, если бы было разделение отработанных человеко-часов по разным группам, желательно профессиональным или образовательным, однако таких данных нет. Возможно получить экспериментальную оценку из микроданных выборочного обследования рабочей силы, где респонденты сообщали о нормальной продолжительности рабочей недели, часах переработки и о своих профессии и образовании, но точность таких оценок может быть невысокой (сведения о совокупном объеме затрат используют не только данные выборочного обследования рабочей силы, но и статистическую отчетность предприятий, что улучшает оценки действительных часов труда).

С 2016 г. Росстат перешел на новую методику оценки затрат труда. Пересчет таких затрат резко изменил картину различий в производительности — прежде всего между субъектами Федерации. Если же судить о стране в целом, то после переоценки выяснилось, что из ежегодных затрат труда ведомство упускало из виду 0,9—1,6 % ежегодно. С географической точки зрения последствия переоценки более масштабные. Так, в Москве оценка затрат труда за 2016 г. подскочила с менее чем 13 до более чем 17 млрд человеко-часов, а в Республике Ингушетия оценка затрат труда и вовсе удвоилась. Изменение оценки затрат труда по регионам передает рисунок 4.

а)



сумма прибавки (вычета) человеко-
часов затрат труда за 2010–2016 гг.
после актуализации методики их оценки,
млрд чел.-часов

(-5, 0]	(0, 5]	(5, 10]	(25, 30]
---------	--------	---------	----------

б)



прибавка (вычет) человеко-часов
затрат труда за 2010–2016 гг. после
актуализации методики их оценки,
% от старой оценки

(0,6, 0,8]	(0,8, 1]	(1, 1,2]	(1,2, 1,4]	(1,8, 2]
------------	----------	----------	------------	----------

Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 4 — Переоценка затрат труда в России за 2010–2016 гг. в целом после смены Росстатом методики: а — изменения в абсолютных единицах; б — изменения в процентах (число раз)

В разрезе отдельных предприятий почти безальтернативная мера объема затрат труда — среднесписочная численность работников. Вес для затрат труда (заработную плату) лучше оценивать не по статье «платежи в связи с оплатой труда», а по данным о страховых платежах, которые открыла Федеральная налоговая служба. Что касается

региональных данных и данных по стране в целом, то прямую оценку доли расходов на труд усложняет выделение трудовых доходов из доходов самозанятых.

Традиционно сложная проблема — это оценка затрат капитала. Такая оценка для временного ряда потока услуг основного капитала для России и ее отраслей есть в таблицах KLEMS [33]. Слабое место этих оценок — это несколько произвольный выбор постоянной нормы утраты активами эффективности в производстве, причем норма принималась равной во всех странах. Таблицы PWT представляют индекс как валовых запасов, так и потока услуг основного капитала в поперечном срезе из более 100 стран, в числе которых с 1996 г. и Россия [34]. Статистическая служба сообщает лишь временные ряды объема капитала.

Для субъектов Российской Федерации оценка частным исследователем объема даже валовых запасов обычным методом непрерывной инвентаризации весьма проблематична: как по причине того, что нет сведений (для всех субъектов Федерации за большой отрезок времени) о структуре накопленных активов и инвестиций (по видам активов), так и из-за нехватки нужных для агрегирования ценовых индексов. Тем не менее мы видим выход в использовании данных о наличии основных фондов в среднегодовых ценах. В теории этому показателю отвечают валовые запасы основного капитала в постоянных ценах. Условный индекс цен можно извлечь из отношения наличия фондов в среднегодовых ценах двух смежных лет на конец предыдущего года и начало следующего: наличие фондов, например, на конец 2012 г. физически должно быть тем же, что и на начало 2013 г., так что отношение стоимости того же объема в среднегодовых ценах двух разных лет сообщает об отношении уровня цен этих двух лет. Такой метод получения рядов объема валовых запасов основных фондов был предложен в работах [35,36].

Хотя статистическое ведомство при оценке запасов основного капитала в текущих (среднегодовых) ценах использует метод непрерывной инвентаризации и доступные только самому ведомству наблюдения за уровнем цен и сроком службы разных активов, мера валовых запасов упускает различия между разными группами активов в потоке их услуг. Прежде всего это значит, что активы с большим сроком службы дают меньший поток услуг за ту же единицу времени, чем активы с той же стоимостью валовых запасов, но меньшим сроком службы.

У распределения групп активов по сроку службы есть выраженная отраслевая особенность: в добыче большую часть активов составляют сооружения, которые оказывают услуги производству очень долго. Это означает, что, используя для оценки затрат капитала на региональном уровне валовые запасы, а не поток услуг, в сырьевых

субъектах Федерации объем затрат будет переоцениваться и, стало быть, занижать производительность. Тем не менее в тех же субъектах Федерации мы обычно упускаем из виду другой вид затрат — т. н. природного капитала. В этом смысле происходит своего рода компенсация двух ошибок учета затрат.

Особенную проблему представляет оценка затрат капитала на уровне отдельного предприятия. Чаще всего используют запасы основных средств, как их организации представляют в своей отчетности. Однако эта величина не отражает действительный объем даже валовых запасов (а не только теоретически предпочтительного потока их услуг) в силу трех причин:

1) В бухгалтерской отчетности наличие основных средств представляют в смешанных ценах, а также без разбивки на группы активов и их возраст, что исключает возможность какой-либо оценки стоимости фондов хотя бы в текущих ценах;

2) Основные средства учитываются в отчетности той организации, которая ими владеет, так что у организаций — арендаторов основных фондов использование ими арендуемых основных фондов не отражается, а у предприятий-арендодателей, напротив, стоимостная оценка наличия основных фондов завышает их реальное использование в производстве; в итоге, согласно открытым Росстатом данным бухгалтерской и финансовой отчетности организаций, только у 29,3 % организаций в 2017 г. и 30,5 % организаций в 2018 г. отражено наличие основных фондов;

3) Активы, которые по существу представляют собой капитал, но имеют стоимость не больше 40 тыс. р. могут отражаться как материальные запасы (и, стало быть, не амортизироваться в обычном порядке), а не основные средства [37].

4.2 Формирование и описание базы данных для оценки СФП

База данных на уровне компаний

Исходные данные собраны по 229 803 компаниям разных регионов России за 2011–2019 гг. Данные представлены на основе базы данных Ruslana¹. Выборка дифференцирована по регионам и отраслям и включает в себя различные параметры финансовой отчетности компаний, включая параметры капитала, оборота, расходов на промежуточные материалы и труд, которые влияют на совокупную факторную производительность фирм.

В общем случае величина основного капитала в рассматриваемой базе данных делится на два кластера с медианой 35–75 млн рублей — капиталоемкие фирмы, находящиеся в четвертом квартиле по величине капитала, и трудоемкие, где объем

¹ Ссылка на базу данных: <https://ruslana.bvdep.com/>

капитала относительно ниже, за исключением данных за 2018 год, где сравнительно
большая часть

фирм находится в первом квартиле по уровню капитала, чем число фирм в четвертом квартиле. За период 2012–2018 гг. структура основного капитала фирм остается устойчивой, за исключением 2018 года (таблица 3)

Таблица 3 — Описательная статистика основного капитала по годам

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Среднее	809 202,60	778 396,90	474 883,30	383 321,60	469 430,80	464 672,50	1 160 988,3
Медиана	72 203,00	74 722,50	42 874,00	34 974,00	46 656,00	43 576,40	13 135
MIN	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MAX	27 273 210,00	23 457 190,00	13 829 970,00	13 337 580,00	13 754 100,00	14 322 577,50	3 238 046 226
St. dev.	1 949 675,00	1 864 386,00	1 162 271,00	948 157,50	1 123 755,00	1 131 964,23	23 149 146,7

Примечание — источник: составлено авторами на основе информации из базы данных Ruslana.

Размер фирм определялся исходя из численности работников: микропредприятия с численностью менее 15 сотрудников, малые — 15–100 сотрудников, средние — 100–250 сотрудников, крупные — более 250 сотрудников. Средняя величина капитала малых, средних и крупных фирм заметно выше объема капитала микропредприятий, однако наиболее существенные различия в структуре капитала заметны при сравнении средних и крупных фирм. Среди средних фирмы выше концентрация капиталоемких компаний,

Средняя величина штата сотрудников компаний сокращается за рассматриваемый период, при этом в целом в базе данных достаточно большая концентрация как относительно небольших по численности сотрудников фирм, поскольку медианная величина штата работающих в компаниях находится в интервале 47–75 человек, при этом число крупных предприятий также велико, что и отражается на параметре среднего

Статистика по управленческим расходам показана в таблицах 4 и 5. При этом за 2018 год в выборке преобладают компании, чьи расходы на менеджмент в несколько раз выше расходов компаний, составляющих выборку в предыдущие периоды. Данные результат связан с тем, что в базе данных Ruslana присутствует не полный набор данных отчетности компаний за последние периоды 2018–2019 гг.

Таблица 4 — Описательная статистика управленческих расходов по годам

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Среднее	389840,50	364881,80	217705,80	175059,70	221751,40	207297,03	84229,97
Медиана	27955,00	33054,00	19583,00	18111,00	23575,00	20668,08	69310
MIN	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0
MAX	9643133,00	9074099,00	7653471,00	5646923,00	8718216,00	7427611,11	75749790
St. dev.	763516,70	723448,60	450813,40	362150,70	475599,40	434675,42	482091,6

Примечание — источник: составлено авторами на основе информации из базы данных Ruslana.

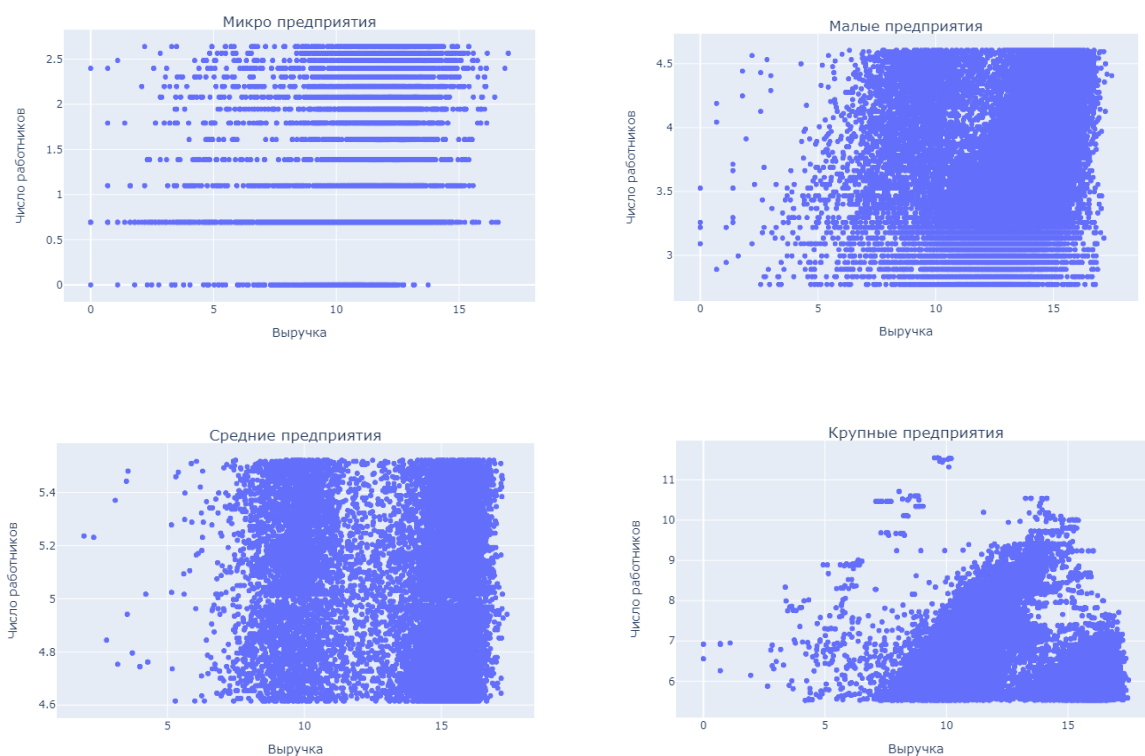
Таблица 5 — Описательная статистика управленческих расходов по размеру фирм

	Микро	Малые	Средние	Крупные
Среднее	111 645,7	303 464,4	428 675,4	252 122,2
Медиана	29 665,0	134 131,0	200 641,0	6 266,0
MIN	0,0	0,0	0,0	0,0
MAX	3 194 243,0	8 882 924,0	10 119 300,0	12 032 410,0
St. dev.	2 526 294,0	545 699,6	666 719,1	625 436,6

Примечание — источник: составлено авторами на основе информации из базы данных Ruslana.

Расходы на сырье и материалы определяют уровень издержек фирмы и ее конкурентоспособность, также отражаясь и на совокупной факторной производительности. Рассматриваемая выборка имеет относительно равномерное распределение фирм по уровню расходов на промежуточные материалы, с существующим смещением в пользу компаний с относительно более высоким уровнем расходов на сырье и материалы.

Что касается роли работников, среди крупных предприятий существует два кластера в соответствии с предельным продуктом труда на оборот компании (рисунок 5) — более трудоемкие компании, где предельный продукт труда выше и каждая дополнительная единица трудовых ресурсов приводит к большей величине совокупного выпуска, и менее трудоемкие компании, где предельный продукт труда ниже.



Примечание — источник: составлено авторами на основе информации из базы данных Ruslana.

Рисунок 5 — Диаграмма рассеяния числа работников и выручки по размеру предприятий (логарифм) (микро: <15 сотрудников, малые: 15–100, средние: 100–250, крупные: >250)

Управленческие расходы положительно коррелируют с объемом выручки для всех типов компаний, при этом такая зависимость становится более сильной при увеличении размера компании. Положительная взаимосвязь капитальных затрат и выручки характерна для фирм всех размеров, с увеличением размера фирмы взаимозависимость размера фирмы и объема капитальных вложений увеличивается.

Главное преимущество выборки из базы данных «Руслана» перед открытыми источниками от Росстата и ФНС — это бóльший временной ряд для числа работников предприятий. Открытые же сведения о среднесписочной численности работников доступны только с 2017 г. Тем не менее, эти данные позволяют сравнить показатели выборки из «Русланы» с генеральной совокупностью и точнее оценить параметры.

Чтобы оценить связь показателей предприятий с экономико-географическими другими условиями среды их работы мы определили для предприятий коды ОКТМО 2-й степени классификации (муниципальные районы, муниципальные округа и городские округа, для городов федерального значения — только код субъекта Федерации). Для этого из открытых источников, в частности из портала «За честный бизнес» мы собрали сведения об адресах и, что особенно важно, о почтовых индексах предприятий, а затем,

сопоставляя указанные в базе данных почтовых индексов районы и города со строками классификатора ОКТМО, определили код ОКТМО. Мы работали с версией классификатора от 1 марта 2020 г.

Более точно место предприятий указывают коды ОКТМО и ОКАТО, указанные организациями при их регистрации. Такие сведения содержит статистический регистр хозяйствующих субъектов. Проблема его таблиц в том, что он представляет коды классификаторов разных версий, что делает определение места неоднозначным и усложняет установление связи между предприятием и свойствами, например, его населенного пункта.

Из открытых Росстатом таблиц бухгалтерской и финансовой отчетности мы извлекли общие сведения об организационно-правовой форме и форме собственности предприятий (коды классификаторов ОКОПФ и ОКФС), также об основном виде экономической деятельности (код ОКВЭД-2).

Для контроля среднесписочной численности и как средство дополнительной группировки предприятий мы использовали данные реестра средних и малых предприятий, открытого ФНС.

Не все наблюдения, по которым мы собрали сведения пригодны для оценки производительности или прибыльности — производительности без поправки на различия в условиях торговли (уровне цен выпуска и затрат). Так, только у 67,9 % организаций в 2017 г. и 66,7 % в 2018 г. была ненулевая сумма выручки и изменения запасов — наша оценка стоимости валового выпуска. У 10,6 % в 2017 г. и у 10,2 % в 2018 г. число работников было 0, а для 14,0 % в 2017 г. и для 15,1 % в 2018 г. данных о числе работников в открытых источниках нет вовсе. Это прежде всего т. н. организации — крупнейшие налогоплательщики, а также оборонные предприятия и государственные корпорации стратегического значения. Только для 29,3 % организаций в 2017 г. и 30,5 % организаций в 2018 г. отражено наличие основных фондов. При этом общее число наблюдений в наших данных — 3 806 732, из которых 60 % приходится на 2018 г., а 40 % — на 2017-й.

Особенный вопрос — точность географической привязки. Для крупных предприятий не только часто мы не знаем число работников, но также не всегда можем установить место их производства, так как крупные организации имеют подразделения в разных городах. Мы исходили из того, что предприятия с числом работников меньше 250 человек ведут деятельность по крайней мере в границах одного муниципального образования уровня района (или в границах субъекта Федерации, если речь о городах федерального значения).

Чтобы исключить предприятия с неправдивыми сочетаниями показателей, мы использовали распределение меры прибыльности — отношения валового выпуска к сумме себестоимости, коммерческих и управленческих расходов. Мы удалили крайне необычные наблюдения следуя предложенному Джоном Тьюки правилу: крайними выбросами является всё то, что лежит вне 3 квадратичных отклонений от первого и третьего квантилей [38]. Верхней и нижней границей рабочей выборки стали показатели прибыльности 31,4 и 191,8 %.

Хотя набор наблюдений представлен для небольших предприятий, он всё же не описывает большую часть хозяйства страны. Так, общее число работников во всех организациях, о которых у нас были сведения, — это 11,3 млн в 2017 г. и 19,2 млн в 2018 г. Для сравнения общая сумма среднесписочной численности работников во всех отчитывающихся организациях в 2017 г. составила 44,1 млн, а в 2018 г. — 40,0 млн человек [39]. При этом более 2,4 млн работников привлекали индивидуальные предприниматели [40], сведений о работе которых недостаточно для оценки их производительности.

Еще один изъян открытых данных — это выпадение из набора некоторых городов, в частности крупных, в 2017 г. Так, если в наборе данных в 2018 г. городской округ «город Екатеринбург» — это место работы 33 тыс. предприятий, то в 2017 г. в рабочей выборке этот округ представляют только 7 организаций. Эта же проблема стоит и перед некоторыми другими крупными городскими округами, в частности городами-миллионниками Челябинском, Казанью, Уфой и Пермью. С другой стороны, не выпадают, например столицы, а также округа Нижнего Новгорода, Новосибирска, Омска, Красноярска, Оренбурга и Волгограда. В этом смысле при проверке влияния экономико-географических условий предпочтительнее рассматривать именно 2018 г., так как его данные представительнее.

Для оценки производительности в разрезе субъектов Федерации мы использовали следующие показатели Росстата:

- ВРП в текущих ценах;
- Индексы физического объема ВРП;
- Количество фактически отработанных за года на всех видах работ человеко-часов: ряды по старой и новой методике оценки затрат труда;
- Наличие основных фондов в среднегодовых ценах: на начало и конец года, а также среднегодовое наличие (усредняется по 12 месяцам).

Для учета различий в составе затрат труда мы также использовали микроданные (сведения о респондентах) выборочного обследования состояния рабочей силы:

- Регион места проживания;
- Возраст;
- Уровень образования;
- Группа занятий;
- Фактическая продолжительность рабочей недели на основной работе;
- Годовой вес респондента для региона.

Что касается показателей из системы национальных счетов, то главные ограничители — это показатели затрат труда и наличия основных фондов. Индексы объема ВРП можно получить по крайней мере с 1997 г., однако первые оценки для автономных округов Архангельской и Тюменской Росстат приводит только с 2001 г., причем только с 2012 г. выходят индексы для Архангельской и Тюменской областей без их автономных округов. Мы оценили ряды объема ВРП в этих областях без автономных округов как разность между полученными с помощью цепных индексов объема объемом ВРП для областей с округами и объемом ВРП в самих округах, однако такие оценки не могут быть точными, так как цепные индексы объема ВРП не аддитивные. Из общего числа субъектов Российской Федерации, однако, выпадают Республика Крым и город федерального значения Севастополь, так оценку изменения объема ВРП в этих регионах за 2014 г. не представило ни украинское, ни российское статистическое ведомство.

Таблицы индексов объема ВРП Росстат представляет в одной таблице за большой отрезок времени. Например, в приложении к сборнику «Регионы России» — с 2000 г. При этом неясно, была ли проведена ретроспективная переоценка индексов после перехода страны с системы национальных счетов 1993 г. (СНС-1993) на систему 2008 г. (СНС-2008). Ответ на этот вопрос важен, так как СНС-2008 вынесла из промежуточного потребления расходы на покупку военной техники, на разведку и оценку запасов полезных ископаемых и на разработки и научные исследования и перенесла всё это в потребление основного капитала — компонент добавленной стоимости, а значит и ВРП.

До смены методики оценки затрат труда Росстатом в 2016 г. их индекс можно было извлечь из оценок индекса производительности труда и получить ряд затрат труда для большей части субъектов Федерации вплоть до 2005 г. Однако после смены методики ведомство ретроспективно переоценило затраты труда лишь до 2010 г. включительно.

Что касается затрат капитала, то ряды по наличию фондов в среднегодовых ценах ограничивают период возможных оценок производительности 2008–2016 г. После смены ОКВЭДа ведомство перестало публиковать данные в разрезе субъектов Федерации одновременно и на начало, и на конец года, и в среднем за год. При этом лишь при доступности всех трех показателей можно построить, как мы показали в подразделе о

предлагаемом способе оценки производительности, ряды объема валовых запасов основного капитала.

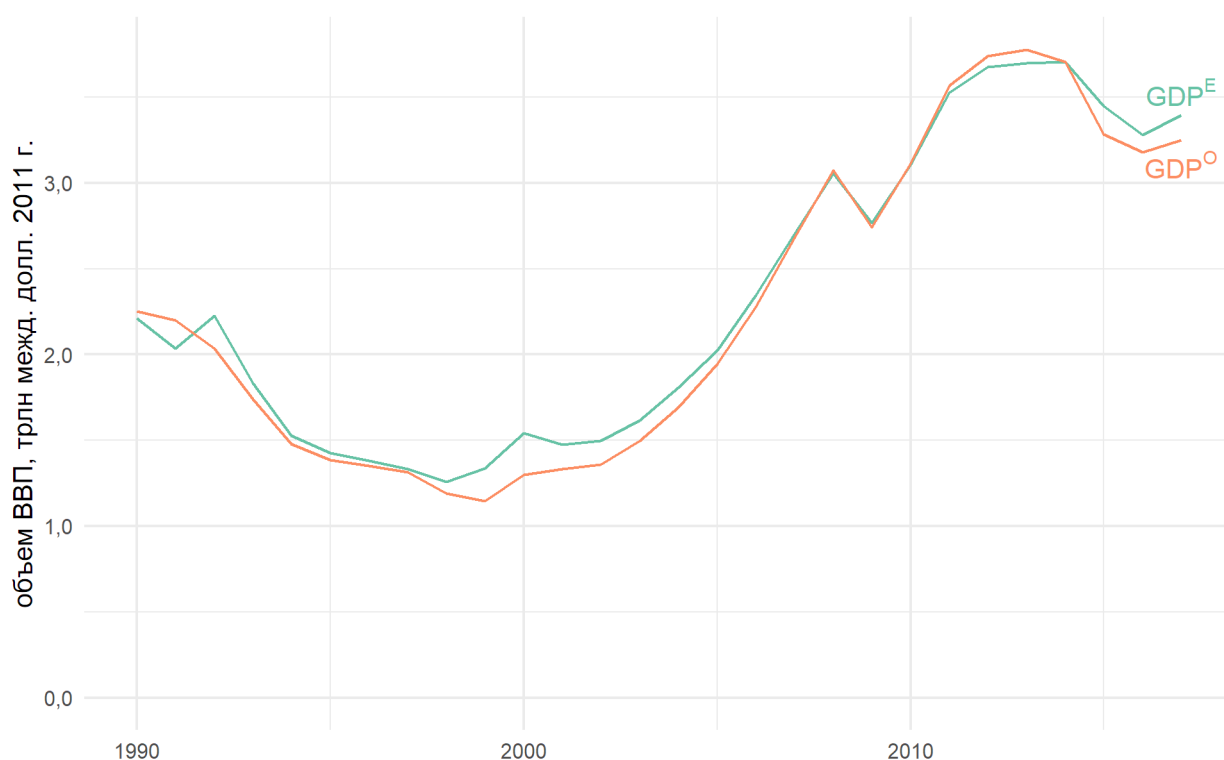
Для оценки производительности народного хозяйства России в целом мы использовали три главных источника:

- Данные Росстата для разработки национальных счетов:
 - а) Индекс физического объема ВВП;
 - б) Индекс физического объема валового выпуска (для экспериментальной оценки рядов объема промежуточных затрат);
 - в) Таблиц счета распределения первичных доходов (для оценки доли оплаты труда — веса при затратах труда при стандартном подходе к учету роста);
 - г) Индекс производительности труда (для извлечения индекса затрат труда) [41];
 - д) Индекс физического объема основных фондов [42];
 - е) Количество фактически отработанного времени на всех видах работ по производству товаров и услуг (в среднем за год);
 - ж) Микроданные выборочных обследований рабочей силы — тот же набор, что и для оценок в разрезе субъектов Федерации [43];
- Показатели таблиц KLEMS Russia (2-я версия — выпуск марта 2017 г.):
 - а) Общее число отработанных человеко-часов;
 - б) Индекс объема добавленной стоимости;
 - в) Индекс объема услуг капитала;
 - г) Доходы труда и капитала (для оценки весов в традиционном учете роста) [33,44];
- Данные из базы Penn World Tables (PWT) версии 9.1:
 - а) Временные ряды ВВП в постоянных ценах для стран мира: по расходам и выпуску;
 - б) Объем ВВП для международных сопоставлений (но только в пределах одного года): по расходам и выпуску;
 - в) Аналогичные показатели (для временных и международных сопоставлений) валовых запасов основного капитала и его потока услуг;
 - г) Количество отработанных человеко-часов, число работников (этот показатель есть для большего числа стран);
 - д) Индекс человеческого капитала;
 - е) Доля оплаты труда в ВВП [34,45].

Первые два источника дают показатели, годные только для оценки временных индексов производительности. PWT содержит также пространственные индексы, которые подходят для многосторонних (географических) сравнений. Многосторонние сравнения указывают на новую грань в измерении нужных для оценки производительности объемов. Речь идет об учете различий между странами в их условиях торговли. Традиционно международные сопоставления использовали паритеты, которые отражают потребительские возможности в разных странах, однако с точки зрения теории производства для оценки производительности нужно рассматривать не цены на предметы потребления, а цены выпуска. Очевидно, что в открытой экономике страна потребляет не только то, что сама производит. Благодаря замечаниям Feenstra, Heston, Timmer и Deng [46], начиная с 8-й версии PWT учитывают влияние условий торговли и дают две разные оценки объема ВВП для международных сопоставлений — с точки зрения расходов (англ. expenditure-side real GDP) жителей стран и со стороны выпуска (англ. output-side real GDP) [34].

Различия между странами мира в условиях торговли (относительных ценах экспорта и импорта) были взяты из Penn World Tables 9.1 [45].

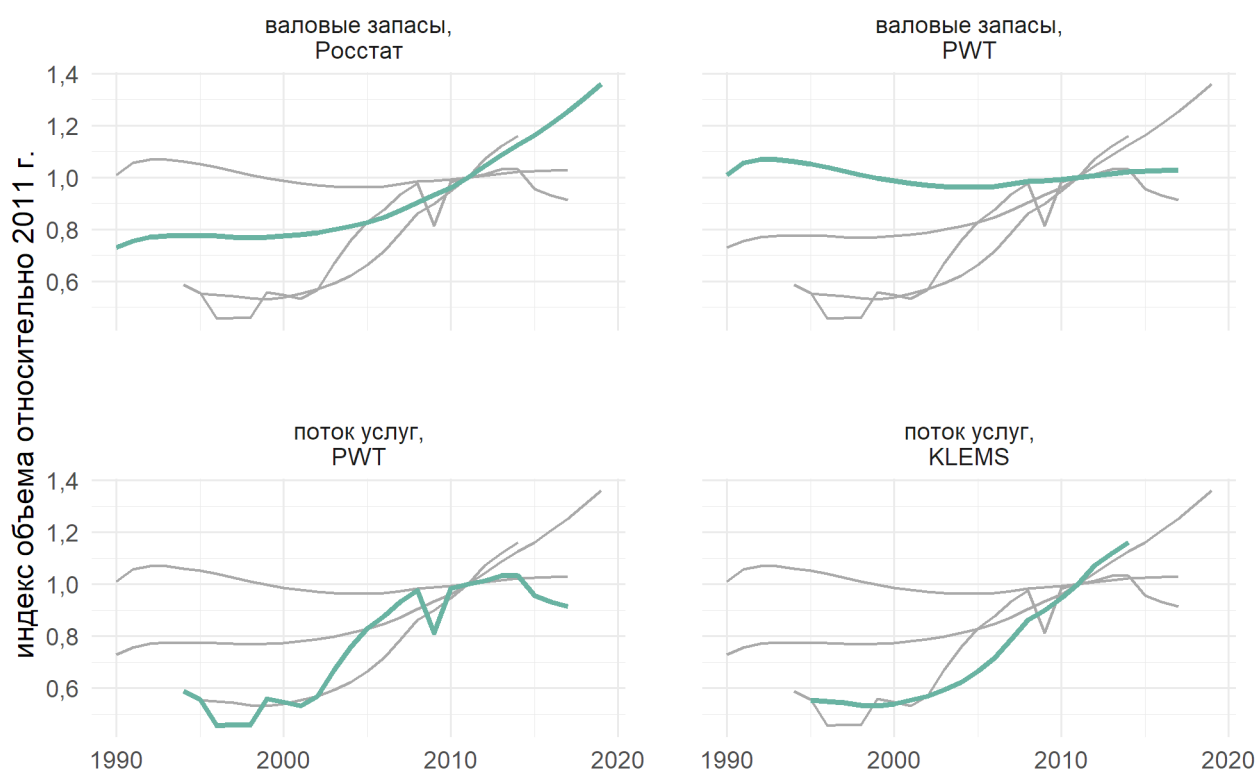
Условия торговли не только разные у различных стран мира, но также непостоянны во времени. Различия двух рядов для России в тех же единицах международных долларов 2011 г. представляет рисунок 6.



Примечание — источник: составлено авторами по данным Penn World Tables 9.1 [45].

Рисунок 6 — Расхождение рядов объема ВВП России из-за учета (GDP^O) или упущения (GDP^E) изменений в условиях торговли

Несмотря на удобство PWT для международных сопоставлений, у этой базы данных есть важное ограничение: в отличие от таблиц Росстата и KLEMS World Data она не содержит оценок для отдельных отраслей или видов деятельности. При этом разные источники расходятся в оценке изменений затрат капитала (рисунок 7). Так, согласно оценкам Росстата, валовые запасы основного капитала в России с 1990 г. выросли почти вдвое, но, по оценкам PWT, они остались примерно на том же уровне, так как уменьшались до середины 2000-х гг. Ряды потока услуг больше похоже друг на друга, но, согласно KLEMS, объем потока услуг основного капитала с 2000 г. только возрастал, а, по PWT, был, например, резкий, 20%-ый спад в 2009 г. Очевидно, что такие расхождения в оценках критические при измерении индексов производительности экономики России.



Примечание — источник: составлено авторами по данным Penn World Tables 9.1 [45], Росстата [47] и KLEMS World Data [44].

Рисунок 7 — Расхождение оценок динамики затрат основного капитала (его валовых запасов или потока его услуг) в различных источниках для России

4.3 Анализ результатов оценки совокупной факторной производительности параметрическими и непараметрическими эконометрическими методами на различных уровнях агрегации данных

Одним из применяемых подходов к оценке производительности является выведение ее из уравнения рентабельности предприятия в качестве частного от деления прибыльности на показатель условий торговли [48,49]. В свою очередь условия торговли представляют соотношение отпускной цены произведенной продукции к его себестоимости, а именно – имеющиеся различия между ценами реализации товаров или услуг и приобретения факторов производства (например, труд) и других видов затрат на производство продукции.

$$\pi_i = MFP_i \times TT_i = \left(\frac{Y_i}{X_i}\right) \times \left(\frac{P_i}{W_i}\right), \text{ откуда} \quad (9)$$

$$MFP_i = \pi_i \div TT_i,$$

где π_i — прибыльность i -го предприятия, MFP_i — общая производительность предприятия, TT_i — условия торговли; Y_i — объем валового выпуска, X_i — объем затрат, P_i — уровень цен выпуска, W_i — уровень цен на затраты.

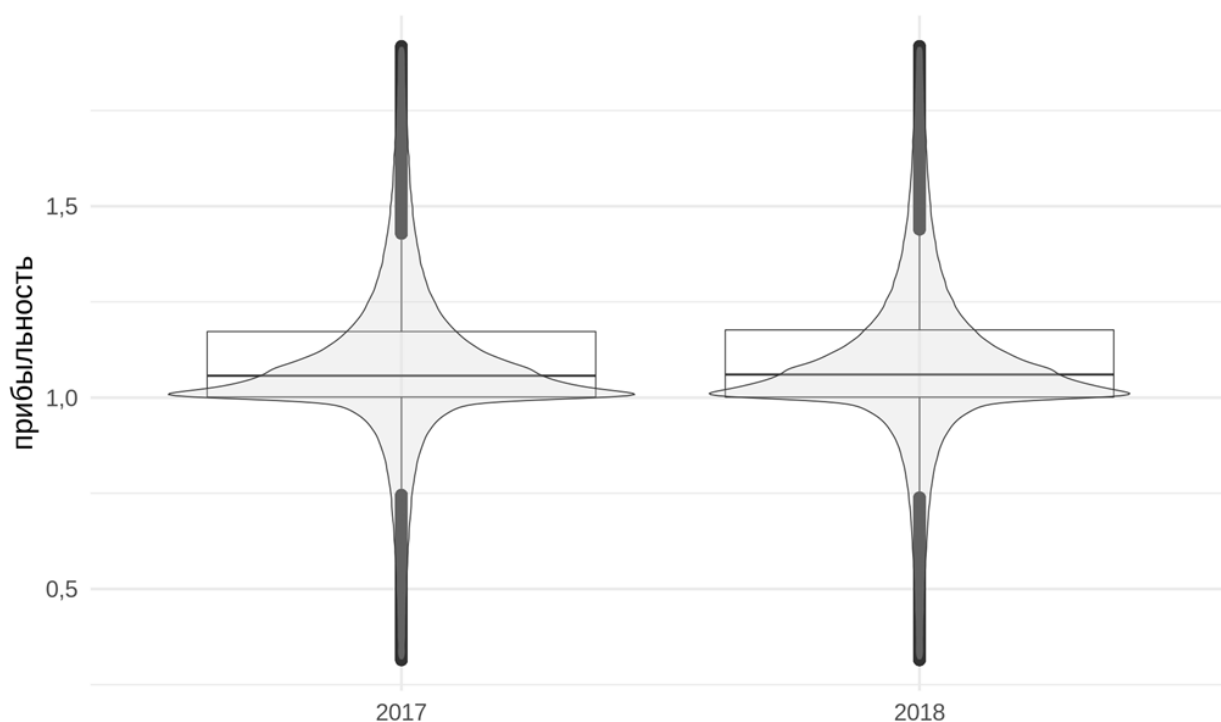
Согласно данному подходу, различия в производительности предприятий, а также ценах выпуска и затрат могут быть объяснены различиями в их прибыльности. При отсутствии различий в условиях торговли, разные уровни производительности предприятий могут быть объяснены их различиями в показателях прибыльности:

$$\frac{\pi_j}{\pi_i} = \frac{MFP_j \times TT_j}{MFP_i \times TT_i} = \frac{MFP_j}{MFP_i} \times \frac{TT_j}{TT_i} = \frac{\frac{MFP_j \times P_j}{MFP_i \times P_i}}{\frac{W_j}{W_i}}, \quad (10)$$

В работе Е. Бессоновой и А. Цветковой для учета торговых условий применены отраслевые индексы цен [50]. Однако с точки зрения того, что на практике у предприятий одной отрасли условия торговли не всегда одинаковы, отраслевой подход к оценкам производительности некорректен из-за сохраняющихся различий в ценах. Кроме того, предложенные отраслевые индексы нацелены на учет временной динамики по годам, месяцам, но не на кросс-секционное сравнение территорий, предприятий и т.д. С другой стороны, включение в оценки разных условий торговли позволяет учесть влияние на прибыльность как чистых внешних, так и денежных выгод, например, географических различий в транспортных издержках на перевозку продукции.

Существенным ограничением подхода к оценке производительности предприятий через прибыльность в отличие от оценок по отдельным видам затрат является включение отношения агрегированных величин: стоимости валового выпуска в числителе и совокупной стоимости всех видов затрат на производство продукции в знаменателе. Данный подход приближает к оценке эффективности масштаба производства, но не позволяет сравнить эффективность сочетания разных видов затрат.

Данные по российским предприятиям позволяют оценить их прибыльность в 2017 и 2018 гг. соответственно (рисунок 8). Значимых различий между общим распределением оценок прибыльности нет — оба сплюснуты у единицы. Однако в 2018 г. возрастает доля предприятий с прибыльностью выше единицы, что объясняется прекращением деятельности и выбытием с рынка убыточных организаций.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 8 — Распределение прибыльности российских предприятий в 2017 и 2018 гг.

Средняя прибыльность предприятий в 2018 году составила 109 % (в 2017 г. показатель ниже, что частично объясняется меньшим разбросом оценок прибыльности). Данный показатель не отражает общую прибыльность производства, по причине того, что она зависит от размера организаций. По оценкам общая прибыльность предприятий была ниже средней прибыльности: 106,2 % в 2017 г., 106,9 % в 2018 г. В связи с этим можно сделать вывод о том, что меньшие по размеру предприятия отмечают в среднем более высокую прибыльность, чем крупные, несмотря на сравнительно больший объем прибыли последних (даже при меньшей прибыльности). Крупные предприятия обладают достаточной рыночной властью и могут устанавливать цены, а также им доступна экономия от сосредоточения производительных сил (эффект масштаба), что, вероятно, может усиливать различие в производительности между малыми и крупными организациями. Несмотря на отсутствие преимуществ эффекта масштаба, как в случае крупных предприятий, малые предприятия значительно выигрывают от агломерационных эффектов, а именно - географической концентрации в одном месте большого количества предприятий. На это указывает улучшение показателей прибыльности: при равной средней производительности в 2017 и 2018 гг. общая производительность в 2018 г. выросла на 0,5 п.п., что говорит о возможном увеличении выгод от концентрации с течением времени.

Для оценки производительности в разрезе субъектов Федерации мы использовали индекс Фере — Примона, параметры функций расстояния для которого были взяты из DEA-моделей. Границы временного отрезка — 2010–2016 гг. Нижнюю границу определили ряды затрат труда: их по новой методике Росстат пересчитал до 2010 г., хотя по старой методике ряды можно получить по меньшей мере с 2005 г. Верхнюю границу определили ряды наличия основных фондов в среднегодовых ценах. Мерой выпуска был объем добавленной стоимости.

Чтобы выяснить, насколько оценки производительности и эффективности устойчивы к выбору посылок, мы рассмотрели все сочетания посылок, исходя из такого их набора:

- Базовый год для расчета рядов объема ВРП и валовых запасов основного капитала: с 2008 г. по 2016 г. (мы начали с 2008 г., а не 2012 г., так как ряды для основных фондов и добавленной стоимости одновременно есть с 2008 г.);

- Мера затрат труда: по старой методике Росстата или по новой (на которую ведомство перешло с 2016 г.);

- Возможность сжатия множества производственных возможностей (возможность «технического регресса»): возможно или нет;

- Эффект масштаба: нет вовсе, не постоянный, отрицательный или положительный;

- Ориентация для оценки эффективности: на меньшие затраты или больший выпуск [варианты усреднения оценок или указания направления для оптимизации (т. н. *directional efficiency measures*) не рассматривались].

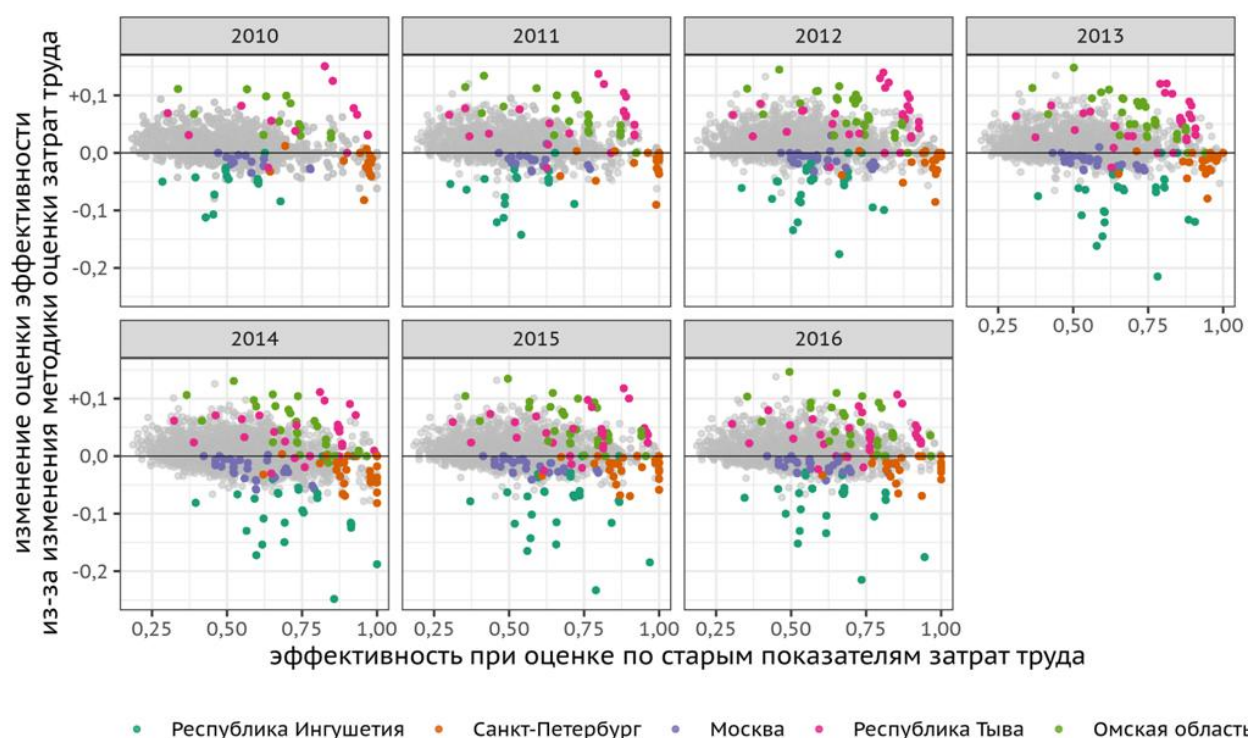
Итого получено 384 набора оценок с разным выбором исходных условий расчета.

Чтобы сравнить влияние разных условий расчета, мы использовали коэффициенты корреляции между оценками наборов, единственное отличие которых — в выборе одного исходного условия. Сама оценка производительности, как и следовало ожидать, зависит не ото всех указанных посылок. Так как допущение возможности ухудшения производственной границы и выбор ориентации на меньшие затраты или больший выпуск важно лишь при разбивке производительности на источники по видам эффективности, все оценки производительности, которые различаются только этими двумя посылками идентичны.

В общем и целом, оценки оказались устойчивы к изменению предпосылок об эффекте масштаба. Это говорит о том, что, если у производственной границы субъектов Федерации и есть эффект масштаба, то, по всей видимости он небольшой. У такого вывода есть географический смысл, так как регионы нельзя представить такими же

обособленными единицами, как предприятия. Более того, территорию возможно разделить на административные части разными способами, так что из-за известной проблемы непостоянной пространственной единицы можно было бы прийти к произвольным выводам об эффекте масштаба. Наконец, эффект масштаба в принципе сложнее интерпретировать для крупных и неоднородных географических единиц, так обычно отрицательный эффект масштаба связывают со сложностью управления, а положительный — с лучшим доступом к требовательным к начальным затратам способам производства или большей лёгкостью покупки или заимствования передовых ноу-хау. И хотя для субъектов Российской Федерации положительный эффект масштаба можно, например, связать с большими возможностями в переговорах с федеральным центром благодаря большому электоральному весу, такое преимущество едва ли должно определять производственную границу для всех регионов. Кроме того, лучший доступ к федеральным ресурсам может и вредить производительности, склоняя к экстенсивным способам развития. Тем не менее при сравнении федеральных городов, так как это более однородные образования, эффективность масштаба всё же может указывать, например, на чрезмерное или недостаточное (с точки зрения внешних выгод и издержек агломерации) сосредоточение.

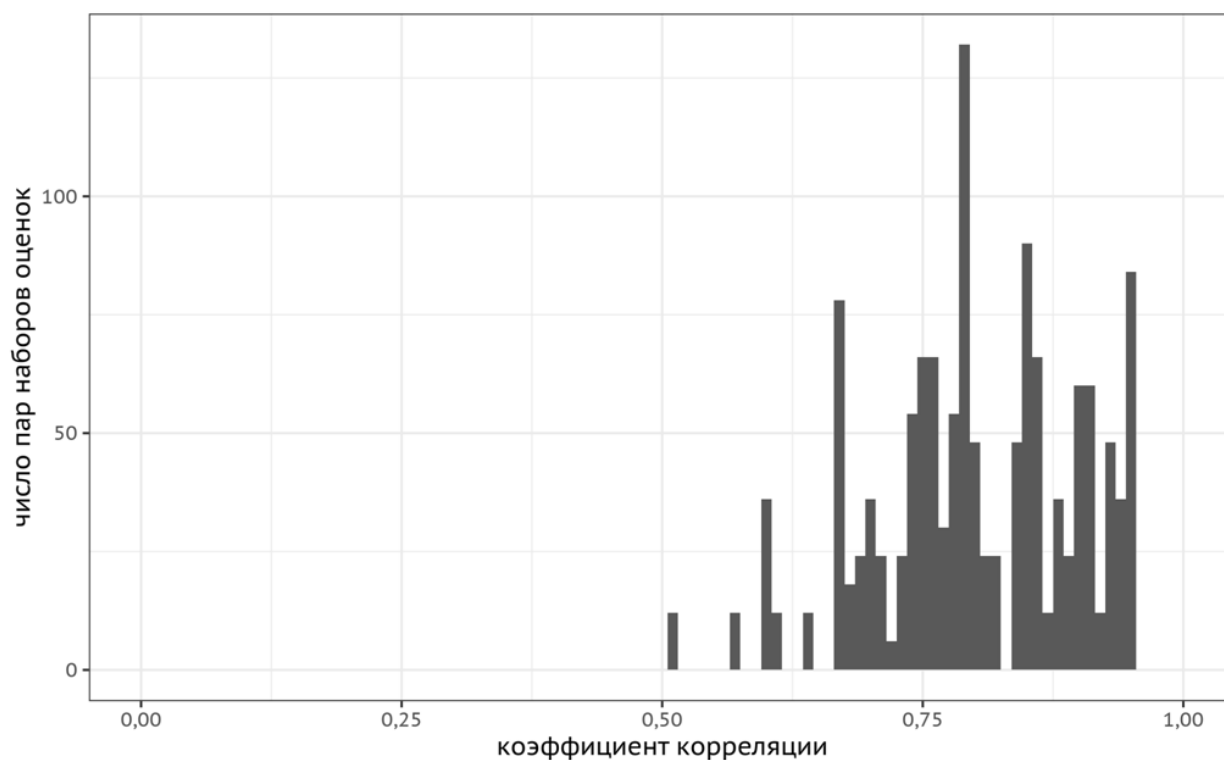
Несмотря на крупные изменения в географическом распределении затрат труда после смены Росстатом методики, выбор меры количества отработанных за год человеко-часов влияет на оценки производительности, в общем и целом, даже слабее, чем посылка об эффекте масштаба. Так, коэффициент корреляции между наборами оценок с разной мерой затрат труда выше 0,97. Здесь, однако, коэффициент скрывает изменения в общем уровне производительности, а также связанные с формальным перераспределением труда выбросы, о которых мы говорили в подразделе, описывающем принятый нами подход к оценке СФП. Рисунок 9, чтобы сделать оценки сравнимыми, отражает изменение не по абсолютным оценкам производительности (их величина зависит от конкретных весов, но является безразмерной), а по т. н. эффективности производительности (англ. TFP efficiency) — отношению производительности субъекта Федерации к самому высокому наблюдаемому значению производительности. Главный вывод — это более эффективная картина распределения затрат труда после актуализации методики в большей части регионов. Очевидные исключения — это столичные Москва и Санкт-Петербург, а также Республика Ингушетия, где после переоценки затраты труда резко выросли. С другой стороны, от переоценки больше всего выиграли показатели Омской области и Республики Тыва.



Примечание — источник: составлено на основе расчетов авторов.

Рисунок 9 — Зависимость оценок эффективности производительности хозяйства субъектов Федерации от выбора меры труда: до и после актуализации методики Федеральной службой статистики

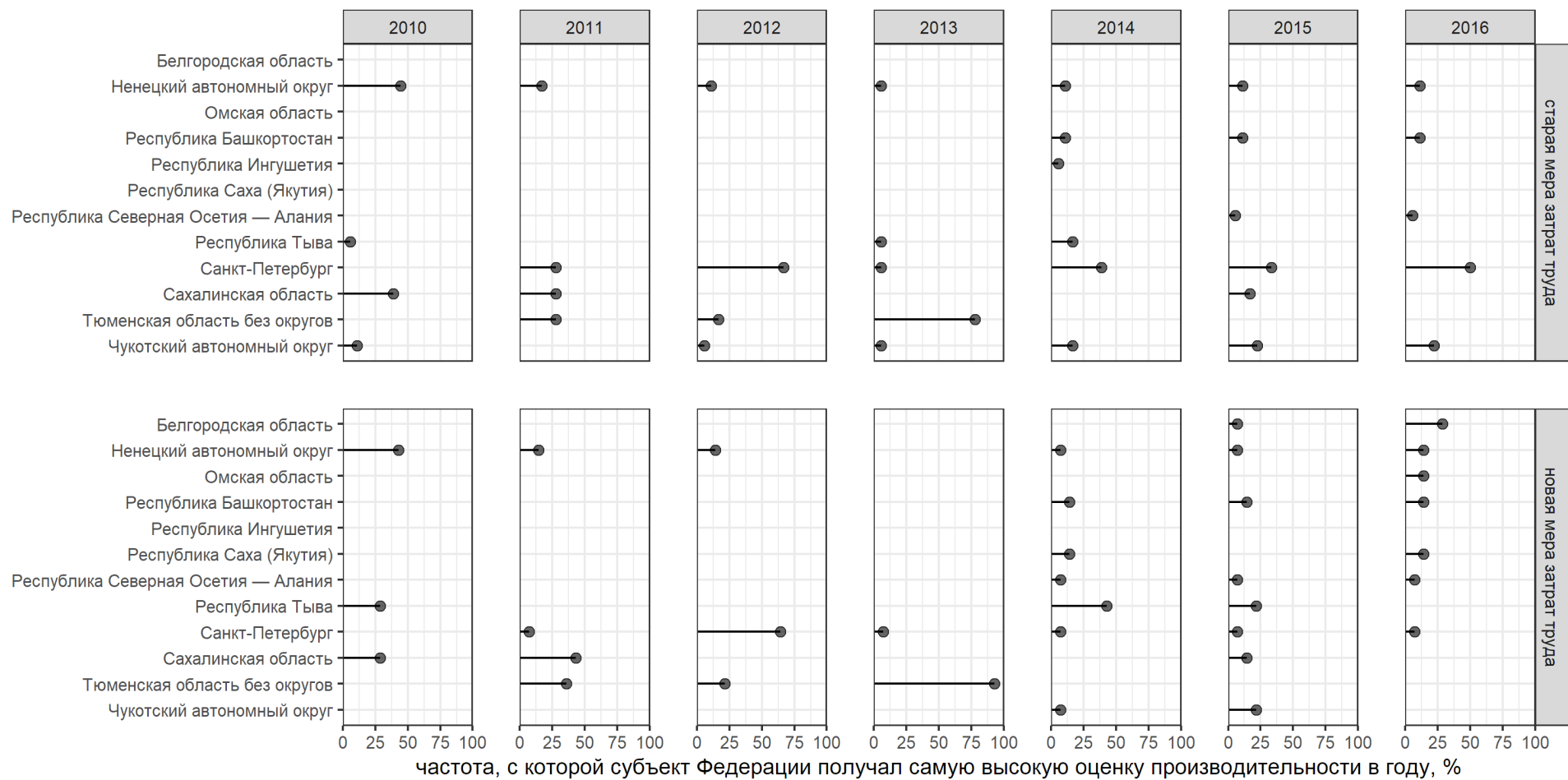
Больше всего искажает оценки выбор базового года — обстоятельства, которое, насколько нам известно, не получило в литературе внимания, соразмерного важности для оценки производительности. Распределение коэффициентов корреляции между парами наборов оценок, различающихся только выбором базового года для пересчета рядов объема стоимостных показателей (ВРП и запасов произведенного капитала), показывает рисунок 10. Расхождение возникает как из-за нетранзитивности цепных индексов ВРП, так и из-за условности дефлятора для основных фондов. Кроме того, несовпадение оценок — это закономерное следствие нехватки последовательного ценового индекса для географических сравнений в разрезе субъектов Федерации (аналога ППС в международных сопоставлениях).



Примечание — источник: составлено на основе расчетов авторов.

Рисунок 10 — Чувствительность оценок СФП в разрезе субъектов Федерации к выбору базового года для объема ВРП и среднегодового наличия основных фондов

Даже при высокой корреляции производственную границу в разных наборах определяют не те же самые субъекты Федерации. При старой мере затрат труда в зависимости от выбора прочих посылок наиболее высокую оценку производительности получают 9 субъектов Федерации, а при новой — 11. Частоту, с которой разные субъекты Федерации в отдельные годы получают самую высокую среди других регионов оценку производительности, показывает рисунок 11. При новых оценках затрат труда чаще всего лучшие показатели — у Санкт-Петербурга, но после переоценки затрат труда по новой методике Санкт-Петербург уступает Тюменской области без автономных округов. Несмотря на такую перестановку разные наборы оценок весьма однозначно указывают, что по крайней мере в 2012 и 2013 гг., а с точки зрения цикла это два условно нормальных года, когда не было спада, а рост не был восстановительным, очевидно преимущество Санкт-Петербурга (в 2012 г.) и Тюменской области без автономных округов (2013 г.) перед другими регионами. С другой стороны, после переоценки из числа регионов с максимальной в году производительностью выпала Республика Ингушетия, но в список лучших вошли Омская и Белгородская области, Республика Саха (Якутия).



Примечание — источник: составлено по расчетам авторов.

Рисунок 11 — Субъекты Федерации, которые определяли максимальный уровень производительности в отдельные годы в наборах оценок с разным сочетанием исходных посылок расчета

Так как работать с большим числом разных наборов оценок неудобно, мы далее опишем наборы, в которых:

- Затраты труда оценены по актуализированной методике: общая прибавка к числу отработанных человеко-часов и их перераспределение в столицы выглядит правдоподобным изменением;

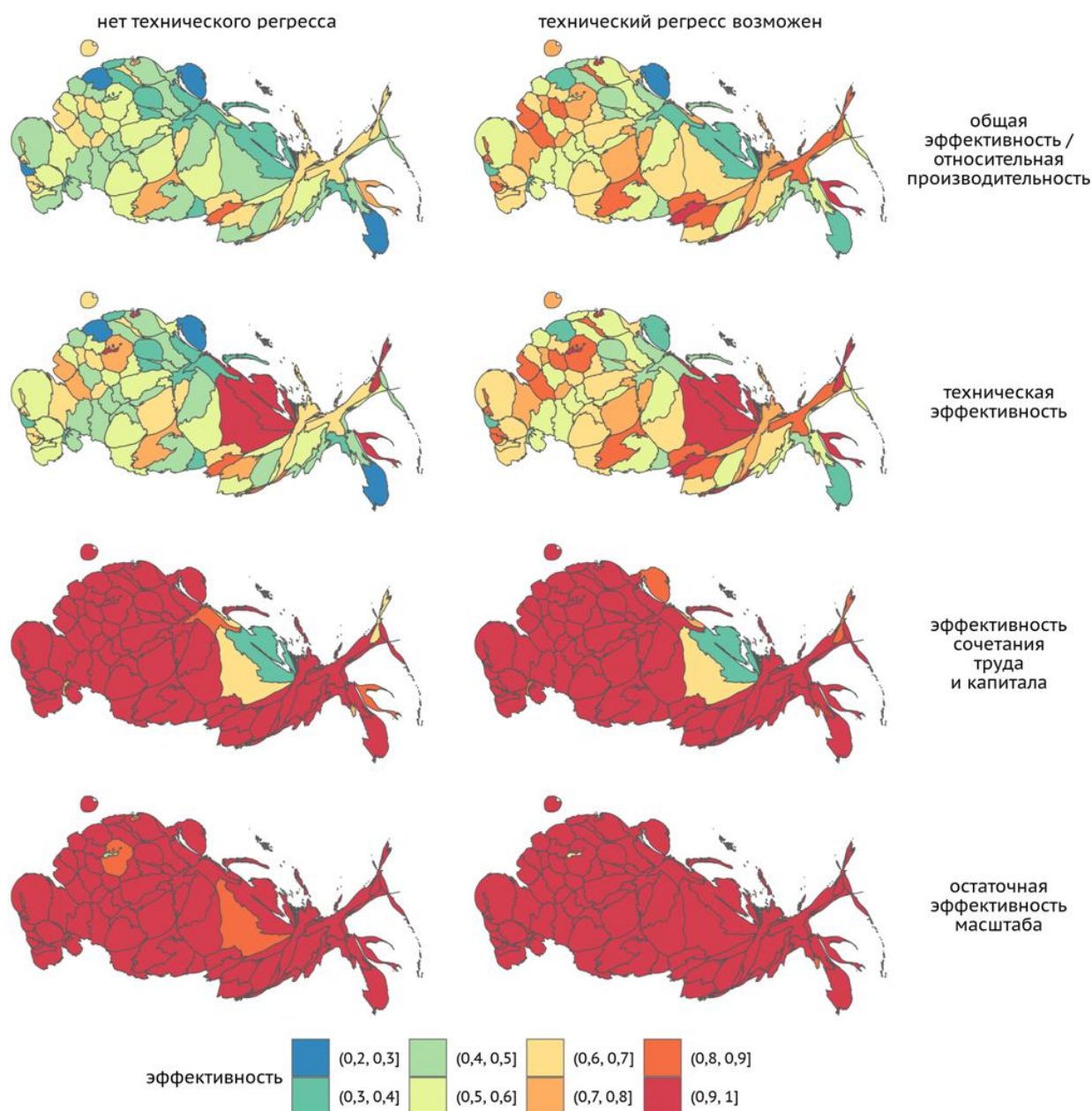
- Базовый год для рядов объема — 2013-й, так как этот год из середины рассматриваемого отрезка, что в среднем уменьшает ошибки в цепных индексах;

- Не постоянный эффект масштаба: это наименее ограничительный выбор, который позволяет по меньшей мере оценить эффективность масштаба, даже если она небольшая;

- Ориентация для оценки эффективности (источников различий в производительности) на меньшие затраты: так как выпуск изначально представляет агрегат (ВРП), выбор ориентации на меньшие затраты позволяет оценить эффективности сочетания труда и капитала;

- Производственная граница может ухудшаться.

Последнее условие несколько произвольное. Мы считаем его предпочтительным, так как при посылке о то, что сдвиг производственной границы может быть только в сторону расширения, во все годы его будет определять показатель Республики Тыва за 2010 г. Хотя высокая производительность не вступает в противоречие с низкими доходами, Республику Тыва всё же нельзя рассматривать как образец для подражания, но именно таким смыслом наполняют хозяйственную единицу с самой высокой наблюдаемой производительностью при анализе производственных границ. Рисунок 12 показывает оценки различий в источниках производительности между субъектами Федерации с точки зрения ее изменений в 2010–2016 гг. и итогового состояния на конец отрезка. Площади субъектов Федерации несколько искажены, чтобы лучше передавать удельный вес регионов в объеме производительных сил (агрегатных затрат) страны (но точного соответствия площади нет, так как это делает, например, области Центральной России неразличимыми).



Примечание — источник: составлено на основе расчетов авторов.

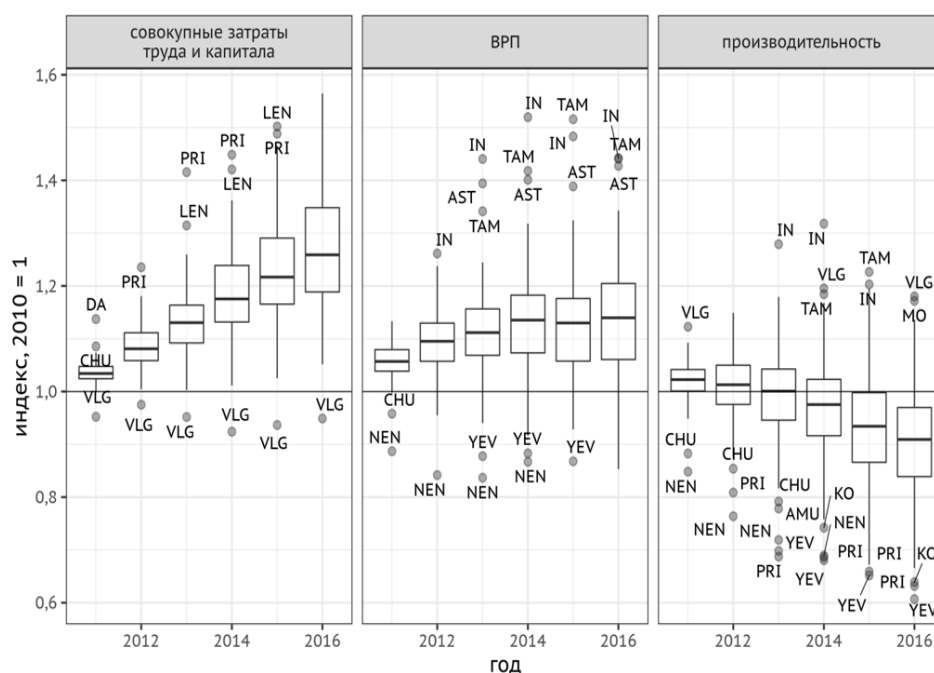
Рисунок 12 — Разбивка показателей производительности субъектов Федерации на составные части с точки зрения разных видов эффективности относительно производственной границы

На рисунке 12 мы видим, что главный источник различий в производительности — это техническая эффективность субъектов Федерации. Это значит, что менее производительные субъекты Федерации не смогли либо не могут перенять более эффективный способ производства. Для устранения разрыва в технической эффективности рекомендуют образовательные программы или программы обмена опытом. Однако источником неэффективности могут быть и условия, в частности экономико-географические. Рисунок 12 также показывает, что у большей части субъектов Федерации нет возможностей (образца, который бы их доказывал) для уменьшения удельных совокупных затрат за счет замещения труда капиталом (или наоборот) или изменения общего объема производительных сил.

Тем не менее с точки зрения эффективности сочетания труда и капитала выделяются сырьевые автономные округа, а также Республика Коми. В этих субъектах Федерации капитальные мощности выглядят избыточными. Поскольку, как мы указывали ранее, мера валовых запасов переоценивает поток услуг капитала в регионах с большой долей добычи, но при этом не учитывает затраты природного капитала, неэффективность сочетания может указывать на неэффективность эксплуатации природных ресурсов. При этом речь идет о производительности, удельных совокупных затратах, а не прибыльности, которую диктует конъюнктура.

С точки зрения неэффективности масштаба выделяется только Москва, в которой сосредоточение трудовых и капитальных затрат выглядит чрезмерным. При этом направление изменений в этой эффективности, как следует из рисунка 13, было скорее положительным.

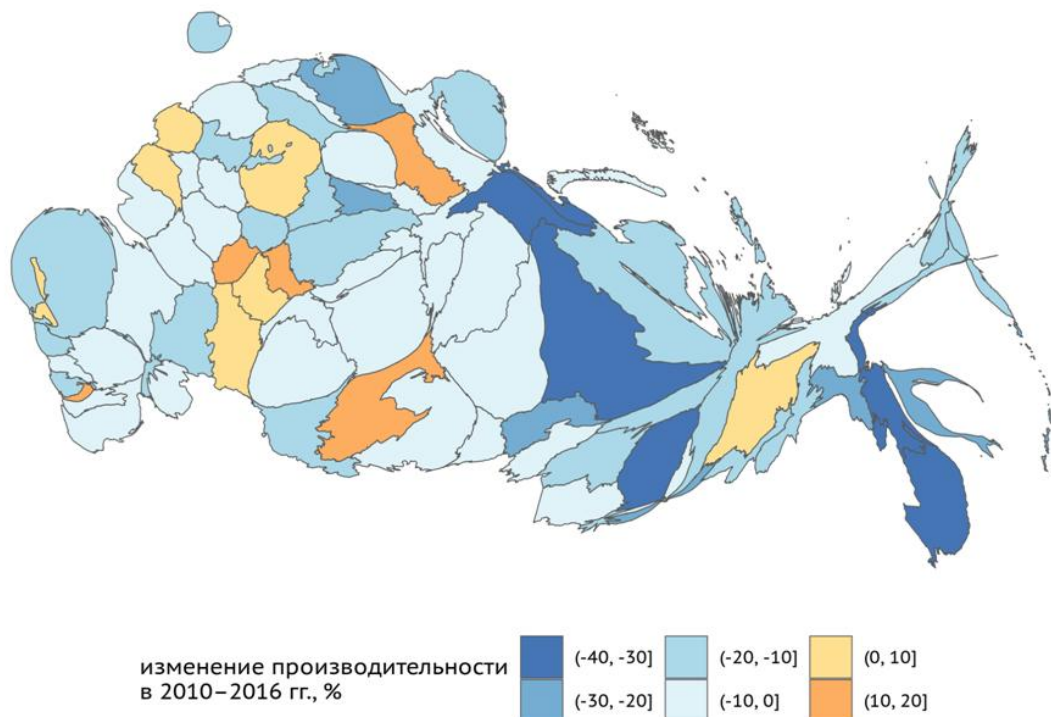
Общее распределение изменений совокупных затрат, ВРП и производительности передает рисунок 14. Хотя в большей части субъектов Федерации на всем отрезке (кроме, возможно, 2015 г.) рос ВРП, эту прибавку обеспечивали совокупные затраты, которые прирастали быстрее, чем производительность. Единственный регион, который не увеличил с 2010 г. объем затрат — это Вологодская область. В приросте совокупных затрат ключевую роль играло накопление основного капитала, так как затраты труда в основном уменьшались, причем особенно резкий из спад был в Чукотском автономном округе — на 16 %. Из рисунка 14 следует, что спад производительности в большей части регионов начался уже в 2012 г. (и с тех пор не прекращался), так что в 2013 г. у половины регионов показатели были хуже, чем в 2010 г.



Примечание — источник: составлено по расчетам авторов.

Рисунок 14 — Цепные (транзитивные) индексы изменения ВРП и его источников: совокупных затрат и СФП

Рисунок 15 показывает, какой была производительность субъектов Российской Федерации в 2016 г. по сравнению с 2010 г.

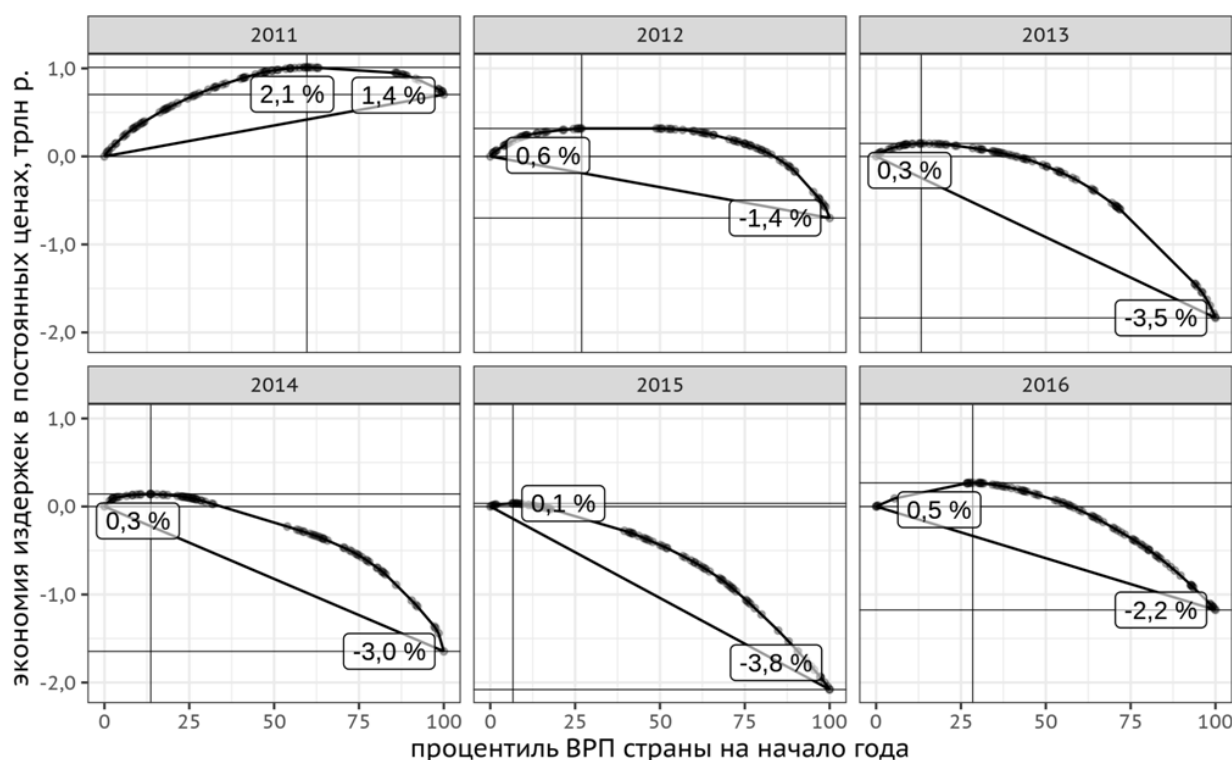


Примечание — источник: составлено по расчетам авторов.

Рисунок 15 — Итоговое изменение производительности в регионах России за 9 лет с 2010 г. по 2016 г.

Наглядно вклад разных регионов в итоговое изменение производительности страны можно показать с помощью т. н. диаграмм восхода и заката Арнольда Харбергера (Arnold Harberger) на рисунке 16. Такие диаграммы напоминают кривые Лоренца и используют свойство оценок производительности по добавленной стоимости, которое позволяет их непосредственно агрегировать. При этом производительность понимается как экономия издержек в постоянных ценах. Точки на диаграммах изображают отдельные субъекты Федерации, упорядоченные по уменьшению оценок прироста производительности. Прямая, которая соединяет края дуги, а точнее ее наклон, — показатель изменений производительности в стране в целом. Рост производительности, согласно оценкам по ВРП, в стране между 2010 и 2016 гг. был только в 2011 г. В 2012–2016 гг. производительность уменьшалась, причем во многом из-за застоя в 2012 г. и убыли в 2013–2015 гг. производительности в Москве (на Москву указывает точка, которой предшествует самый длинный не разделенный другими точками отрезок на дуге). В итоге, если мы сложим потери в возможной экономии издержек в постоянных ценах из-за убыли производительности, то получим, что в 2010–2016 гг. России не

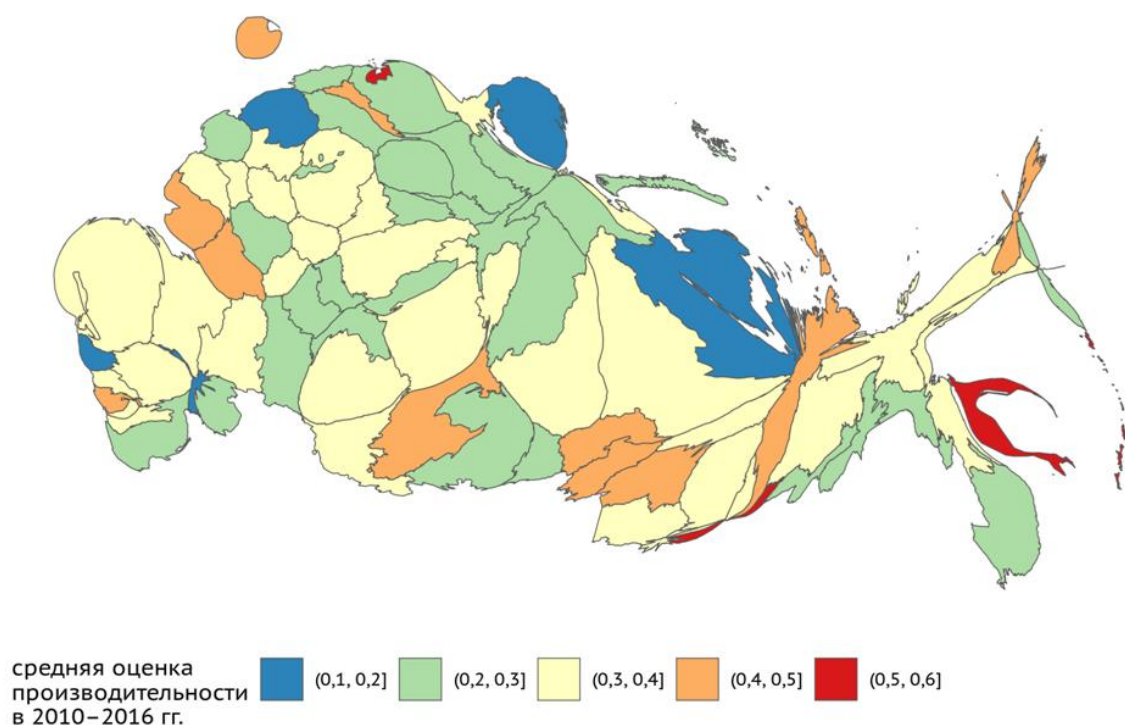
удалось сэкономить почти 7 трлн р. в постоянных ценах 2013 г. Для сравнения: это 14 % суммарного регионального продукта субъектов Российской Федерации в 2010 г. Другая точка зрения на те же оценки состоит в том, что в 2016 г., если бы не убыль производительности, доходы страны (суммарные, а не только в связи с оплатой труда) могли бы быть выше более чем на 12 %.



Примечание — источник: составлено по расчетам авторов.

Рисунок 16 — Агрегирование изменений в субъектах Федерации до уровня страны в целом с помощью метода визуализации А. Харбергера

Географическую сторону различий в производительности, то есть различия в уровне производительности между субъектами Федерации показывает рисунок 17. Рисунок примечателен тем, что у регионов с похожей специализацией или другими общими экономическими особенностями, оценки производительности бывают очень разные. Различаются показатели двух субъектов Федерации нового освоения нефтяных месторождений — Ненецкого автономного округа и Сахалинской области, Сахалинская область показывала заметно лучший уровень. В общем и целом, регионы с высокой оценкой производительности — это прежде всего Санкт-Петербург, Сахалинская область и Республика Тыва. Башкирия была единственным производительным регионом, который еще и улучшил за 6 лет свой показатель.



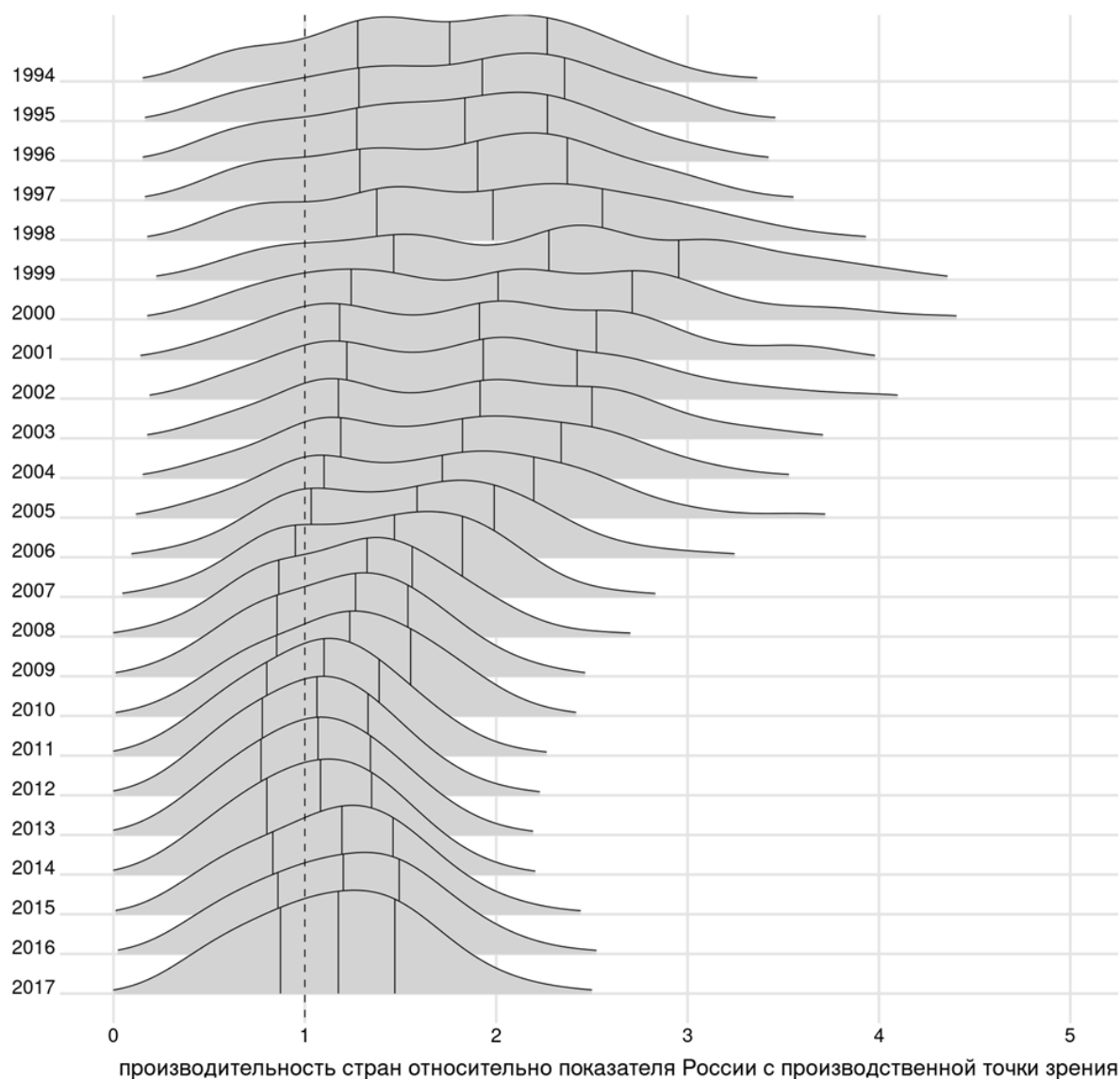
Примечание — источник: составлено на основе расчетов авторов.

Рисунок 17 — Средняя оценка производительности регионов России за рассмотренный отрезок с 2010 г. по 2016 г.

Представленные в PWT индексы объема стоимостных величин являются транзитивными в пространстве или во времени, в связи с чем некорректно сравнивать показатели стран, относящиеся к разным временным периодам, например, показатель для России в 2014 г. с показателем Германии в 2016 г. С целью определения географических различий будет проведено сравнение динамики России в отдельные годы относительно других стран мира. Показатель для России принят за единицу.

На рисунке 18 приведена динамика положения России среди стран мира в 1994–2017 гг. Вертикальными линиями отмечены квартили распределения. С 1994 г. производительность России не превышала средний показатель по странам, но приблизилась к нему в 2011–2014 гг. с последующим отдалением в 2015 г. До 2007 г. положение России соответствовало нижней четверти распределения стран на графике, при этом кризисная ситуация 2008–2009 гг. не ухудшила позицию России.

В сравнении с начальным периодом к 2017 г. произошло существенное снижение различий в производительности между странами мира, а также зафиксировано убывание разброса показателей. Особенностью динамического изменения распределения является слияние двух пиков в один, а также снижение асимметричности к 2013 г. Несмотря на общую тенденцию к сходимости в уровнях производительности, утолщение левого хвоста распределения указывает на увеличение доли отстающих стран, к которым относится Россия.



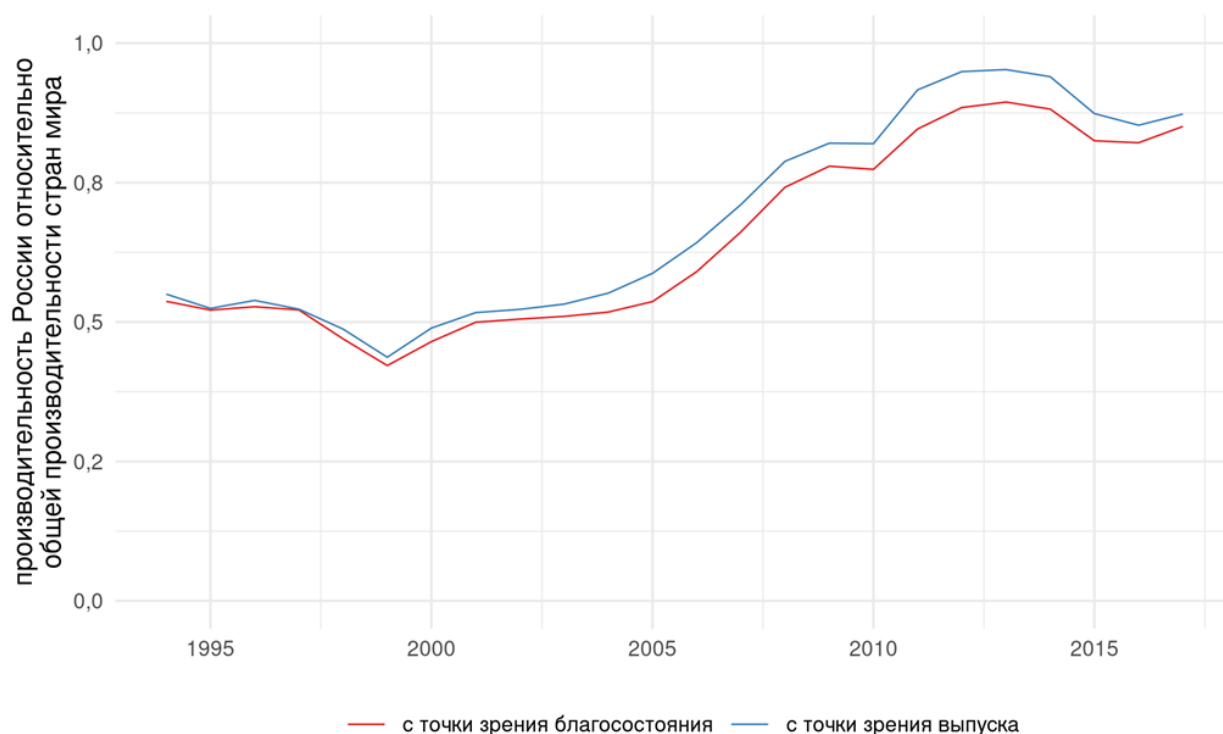
Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 18 — Место России среди стран мира по производительности с точки зрения выпуска в отдельные годы с 1994 г. по 2017 г.

Распределение стран мира по уровню производительности с точки зрения благосостояния совпадает с распределением по производительности с точки зрения выпуска, в т.ч. экспортного. Однако в данном случае позиция России ухудшается и располагается на пересечении первой и второй четвертей распределения стран. Возможным объяснением являются менее благоприятные условия торговли для России: стоимость потребляемых страной товаров превышает стоимость производимых.

Данная выборка не исчерпывает валовое производство в мире и включает 117 государств, для которых были доступны показатели производительности в указанный временной отрезок. Исходя из информации о валовом внутреннем продукте и производительности стран может быть получена оценка совокупных затрат как частное от деления объема ВВП на

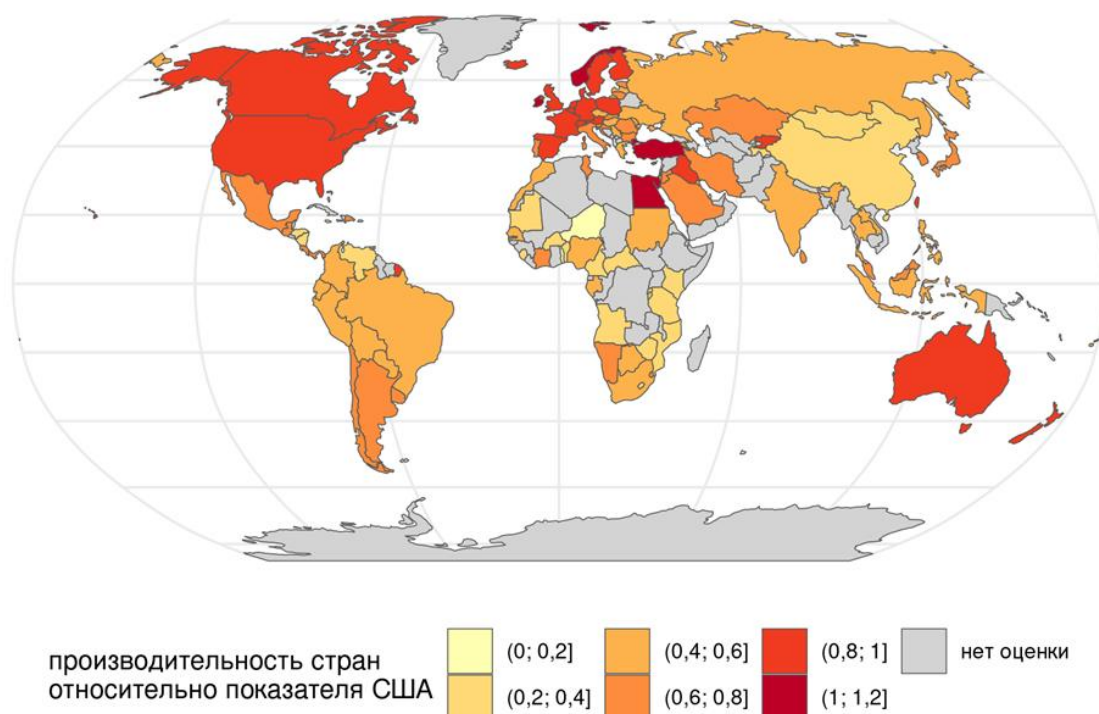
географический индекс производительности. Совокупная производительность стран может быть рассчитана как отношение суммарного ВВП и валовых затрат (см. рисунок 19).



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 19 — Производительность России относительно производительности представленной 117 странами мировой экономики в отдельные годы с 1994 г. по 2017 г.

Относительно мировой экономики производительность экономики России росла опережающими темпами с 1999 г. по 2013 г. Согласно рисунку 19, позиция России визуально близка к среднему по странам мира показателю производительности во многом за счет вклада небольших экономик Барбадоса, Макао, Гонконга, Тайваня, Норвегии, относящихся к правому хвосту распределения. По оценкам PWT в отдельные годы к числу наиболее производительных стран относились сравнительно небогатые или даже бедные страны: например, Болгария (1994-1995 гг.), Судан (1994-1995 гг.), Египет (1996 и 2012–2017 гг.). Так, достижение высокого уровня производительности странами с относительно низким уровнем экономического развития возможно при разном составе производительных сил, перестройка которого ведет к меньшей производительности в целях получения более высоких доходов. В выборку из 117 государств, охватывающих наибольшую часть мировой экономики, не включены страны Африки, характеризующиеся, как правило, низким уровнем экономического развития и благосостояния (рис. 20). Ввиду недоступности более поздних данных оценки производительности стран мира в 2017 г. показывают, что по данному показателю к России наиболее близки Республика Молдова, Сенегал, Украина, Кувейт, Марокко.

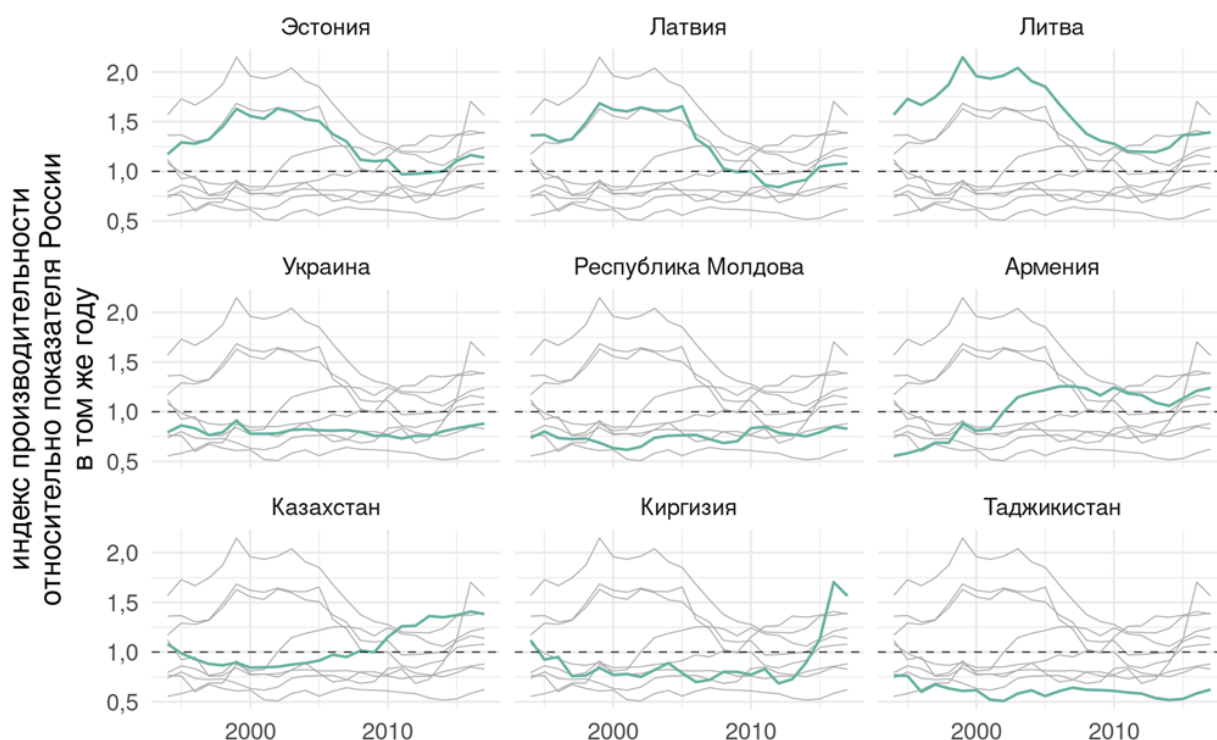


Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 20 — Распределение стран мира по оценкам производительности с точки зрения выпуска в 2017 г. согласно PWT

Наибольший интерес представляет сравнение позиции России относительно других стран постсоветского пространства ввиду общих унаследованных проблем и различия траекторий дальнейшего развития. Динамика и изменение производительности в 1994–2017 гг. в девяти государствах, входивших в состав Советского Союза, за исключением Азербайджана, Беларуси, Грузии, Туркменистана и Узбекистана, оценки по которым недоступны, проиллюстрированы на рисунке 21. Могут быть выделены 3 группы стран:

1. Прибалтийские страны. Динамика производительности Эстонии, Латвии и Литвы имеет общую волнообразную форму. Изначально производительность стран была выше российской, что в 1990-е гг. усиливало их превосходство. Последующее замедление темпов роста привело к сохранению устойчивого соотношения между уровнями производительности стран Прибалтики и России в течение пяти лет: опережение России Эстонией и Латвией в 1,5, Литвой – в 2 раза. Быстрый рост производительности российской экономики с 2005 г. привел к тому, что уровень производительности в России сравнялся с показателями Эстонии и Латвии. Динамика производительности России и прибалтийских стран была уравнена кризисом 2008–2009 гг., однако в последнее время снова наблюдается наращивание преимущества прибалтийскими странами.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 21 — Изменение производительности постсоветских стран относительно показателя России в 1994–2017 гг. Уровень России отмечен пунктиром

2. Казахстан и Армения. Имеющие изначально более низкие показатели страны в промежутке между 2000 и 2010 достигли и опередили Россию в уровнях производительности. Наиболее динамичный рост отмечала Армения с 2002 по 2005 гг.: страна, начальный уровень производительности которой был вдвое меньше российского, достигла значительного превышения уровня России, а именно – на 25%. К 2014 г. показатели России и Армении практически сравнялись, однако положение России было ухудшено неблагоприятными внешними условиями, что вернуло страны к прежнему соотношению в пользу Армении. Напротив, начальный уровень производительности Казахстана превышал российский, однако неблагоприятная для экономики страны вторая половина 1990-х гг. повлекла его снижение относительно России. Резкий скачок производительности Казахстан отмечал после 2009 г., что привело к опережению им других постсоветских государств.

3. Украина, Молдова, Таджикистан и Киргизия. Производительность первых трех стран на всем временном интервале была меньшей в сравнении с показателями России: на четверть меньше для Украины и Молдовы, в два раза - для экономики Таджикистана. Уровень производительности в странах не был постоянен, а его динамика соотносилась с темпами роста в России, что говорит о высокой степени зависимости экономики трех стран от внутрироссийских условий. Так, ухудшение экономических условий в России вело к ослаблению показателей Украины, Молдовы и Таджикистана и, наоборот, улучшение

обстановки в России – к их последующему усилению. Можно объяснить данную тенденцию тремя механизмами: влиянием через инвестиции и денежные переводы из России, а также через внешнюю торговлю с ней. Действие указанных механизмов распространяется и на экономику Киргизии, однако, исходя из рисунка 21, её позиция среди других постсоветских стран была резко изменена в 2014–2017 гг. ввиду ухудшения условий внешней торговли. Согласно таблицам PWT, цены выпуска Киргизии были снижены вдвое, если за отправную точку принимать уровень цен выпуска США. Однако отсутствие подобных ценовых скачков для случая других стран, входивших в состав Советского Союза, позволяет расценивать данный скачок для Киргизии как некорректную оценку при расчете её уровня цен.

В основе оценок производительности стран, предлагаемых PWT, лежит допущение о технической эффективности всех стран и их функционировании на границе производственных возможностей в течение всего временного периода наблюдения, что, строго говоря, не всегда так. Помимо этого, реальные границы производственных возможностей стран различны. С целью разделения географических различий между странами на источники в разных видах эффективности для них был оценен индекс производительности Фере — Примона (аналогично субъектам Российской Федерации в 2010–2016 гг.). Ввиду некорректности одновременного сравнения данных PWT, являющихся транзитивными в пространстве или во времени, для расчета были взяты только кросс-секционные (поперечные) срезы отдельных лет.

В качестве мер выпуска использован показатель реального с производственной точки зрения валового внутреннего продукта, затрат капитала – индекс межстрановых различий в объеме потока услуг основного капитала, а не в объеме его валовых запасов.

Неполнота статистических данных по затратам труда, а именно – наличие информации о числе отработанных человеко-часов за каждый год с 1994 по 2017 гг. только для 50 стран, позволяет рассчитать сопоставимый с оценками PWT индекс затрат труда, включив число занятых с поправкой на т. н. индекс человеческого капитала, т.е. как простой множитель для числа работников. Однако представленный индекс человеческого капитала не учитывает иных различий между странами, кроме среднего числа лет образования, и не отражает различий в качестве образования и накопленном опыте. Кроме того, в основе расчета индекса лежат оценки равной для всех стран доходности от каждого года обучения на разных ступенях образования. Существенным ограничением является природа самих данных, являющихся результатом линейной интерполяции показателей [34], рассчитанных для отдельных лет Р Барро и Ч.-В. Ли для 146 стран с пятилетним промежутком с 1950 г. по 2010 г. [32].

При оценке индекса Фере — Примона учитывалось, что эффект масштаба является переменной величиной. В расчет оценок эффективности были включены затраты, что позволило оценить эффективность масштаба и сочетания факторов производства – труда и капитала.

Согласно выборке, включающей 117 государств с доступной статистикой, мировую границу производительности определяют малые экономики, однако, не являющиеся образцовыми для оценки эффективности России: Барбадос в 1994–2002 гг., с 2003 г. — специальный административный район Китая Макао. Специфической является специализация приведенных стран: высокая производительность Барбадоса обеспечивалась за счет туризма и офшорной деятельности, а также эффективному плантационному хозяйствованию, Макао — благодаря работе порта и предпринимательству в области азартных игр.

Малые экономики, совокупная занятость в которых не превышала миллион человек в 1994–2017 гг., были исключены из рассмотрения. Данное преобразование позволило скорректировать мировую границу производственных возможностей и приблизиться к оценкам разработчиков PWT из Калифорнийского университета в Дейвисе и Гронингского университета: в разные годы ее определяют Турция и Судан.

Несмотря на возникающие вопросы к первоочередной роли Судана в определении мировой границы, данный факт позволяет получить выводы о самой производительности.

Возможным объяснением того, почему страна уступает другим в среднем уровне доходов, может быть отнюдь не низко производительное использование доступных ресурсов, как труд и основной капитал, но недостаточный объем производительных сил. В данном случае прирост необходимого объема обеспечит переход к качественно новому уровню производительности.

В связи с этим разумно полагать, что для каждой ступени развития производительных сил — технологического уклада — существует определенная граница производственных возможностей, объясняемая невозможностью в силу естественных причин бесконечного накопления средств производства. Измерение объема производительных сил и присвоение ему количественного значения позволяет сравнивать разные виды основных средств или труда между собой. С данной позиции приросту основного капитала, вызванному промышленной технологической революцией, могло соответствовать накопление большего объема наиболее простых средств ручного труда.

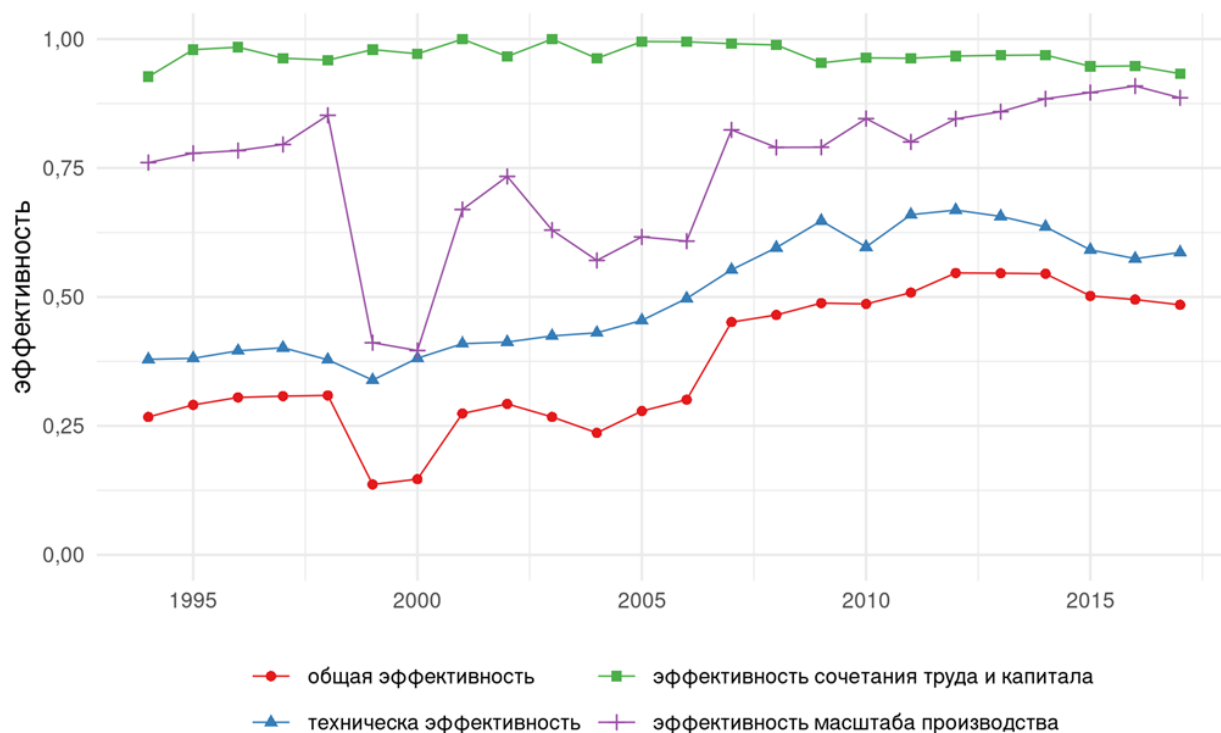
Общество, хозяйственный уклад которого подразумевает применение примитивных технологий, например, земледельческое хозяйство, со временем может освоить данную технологию на достаточно высоком уровне и обеспечить большой выпуск так, что производительность его даже при скудных затратах овеществленного труда будет не хуже производительности прогрессивных и сравнительно богатых обществ развитого мира. Однако сама по себе примитивная технология ограничивает пределы для роста производительности экономики. Переход же на более высокую ступень развития производительных сил может быть обеспечен внедрением новых видов основных средств и соответственно приращением объема

производительных сил, например, расширением доступных пахотных земель, с целью вовлечения большего объема и затрат труда. В случае экономики Судана, высокие показатели которой объясняются высокопроизводительной нефтяной отраслью, смещение её с мировой границы производственных возможностей произошло вследствие отделения обретшего независимость Южного Судана, на территории которого расположена значительная часть нефтяных запасов.

Смена технологических укладов может быть сопряжена со спадом производительности, о чем свидетельствуют исторические факты. Так, ярким примером тому является застой в производительности, случившийся в 1970-х гг. несмотря на бурное развитие информационно-коммуникационных технологий. Подтверждением служит высказывание Р. Солоу в 1987 г.: «вы видите компьютерную эру, где угодно, но не в статистике производительности». Объяснение данному парадоксу предоставил П. Дейвид, ссылаясь на то, что для освоения новых технологий и их технических преимуществ требуется достаточное количество времени. Как, например, в случае США, где ускорение роста производительности благодаря внедрению электричества произошло лишь спустя 40 лет [51]. Следует заметить, что данное объяснение распространяется на колебания в производительности, происходящие во времени. Предлагаемая в данной работе поправка заключается в объяснении географических различий в доходах стран, производительные силы которых находятся на одной ступени развития. В свою очередь это позволяет объяснить отсутствие данной проблемы в исследованиях, сравнивающих уровни производительности европейских стран и единиц NUTS-2, американских штатов или провинций Китая.

Динамика различных параметров эффективности экономики России относительно мировой производственной границы в отдельные годы с 1994 г. по 2017 г. изображена на рисунке 22. Несмотря на слабую техническую эффективность России в сравнении с другими странами мира, фондовооруженность или эффективность сочетания затрат у России в целом на достаточно высоком уровне, что говорит о том, что российская экономика не заимствует и не осваивает передовые технологии производства у стран, имеющих сходный состав и объем производительных сил. В 2017 г. по показателям эффективности позиция России располагалась между Чехией и Таиландом. Ближайшими по объему экономики и близкими к границе производительности России являются такие страны, как Турция, Польша и Аргентина. Согласно графику эффективности масштаба, имевшие место в 1999 г. и 2004 г. кризисы вели к отдалению экономики России от оптимального с точки зрения мировой границы производственных возможностей объема. Напротив, экономический кризис 2008–2009 гг., последствия которого для России были мягкими в сравнении с другими, позволил сократить отставание страны от наилучшего показателя производительности в мире. Неблагоприятные внешние условия,

имевшие место впоследствии, с 2015 г. вели к отставанию позиции российской экономики. Как итог, по состоянию на 2017 г. на производство валового внутреннего продукта Россия затрачивала вдвое больший объем производительных сил, чем Турция. В целом изменения графика, отражающего позицию России относительно наиболее производительных стран, с высокой долей точности повторяет оценки, полученные ранее в ходе обобщения показателей производительности отдельных субъектов Российской Федерации (рисунок 22).



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 22 — Эффективность хозяйства России относительно мировой границы производительности в 1994–2017 гг.

5 Эмпирический анализ различий в оценках СФП на различных уровнях агрегации экономических субъектов с учетом различий в их экономико-географических характеристиках

Для анализа различия производительности между субъектами РФ был использован следующий набор показателей:

1. Центральность субъекта (гармоническая центральность)

В данном случае учитывается центральность вершины в графе с точки зрения фактора близости к другим вершинам, при этом близость в рамках анализа свойств сетей оценивают как величину, которая обратна расстоянию. В самом простом варианте гармоническую центральность рассчитывают как:

$$c_i^H = \sum_{j \in G/i} \frac{1}{d_{ij}}, \quad (11)$$

где G — множество вершин в графе, d_{ij} — расстояние между вершинами i и j [52].

В данном разделе было применено свойство показателя переходить с одного географического уровня на другой. Полученная оценка центральности позволяет оценить, насколько близко жители региона находятся по отношению друг к другу и к жителям других субъектов России. Близость интерпретируется как основной источник географических преимуществ и издержек.

Были исключены некоторые показатели - плотность населения или густота дорожной сети - так как, во-первых, они могут носить избыточный характер с учетом центральности, а во-вторых, такие показатели могут не иметь смысловой ясности. Также стоит обсудить такой фактор, как долю расходов на перевозки (в общей сумме издержек региональных производителей). Такой показатель не был включен в список переменных по нескольким причинам, среди которых проблема нехватки статистических данных. Данные по такого рода издержкам могут быть видны в отчетности соответствующих компаний, только если они были заказаны специальным подрядчиком, но не выполнены собственными силами.

2. Далее были проанализированы показатели, которые связаны с характеристиками труда в регионах, использовались микроданные выборочного обследования рабочей силы. Были получены оценки доли в числе занятых:

- высококвалифицированных специалистов;
- граждан с высшим образованием (не ниже уровня бакалавриата);
- граждан, у которых работа связана с полученным образованием;
- граждан, которые являются частью теневого сектора (то есть неформальная занятость);
- лиц с иностранным гражданством.

Также было необходимо оценить различия между регионами с точки зрения трудового стажа — трудовой стаж растет для случаев с более низким образованием работников (более ранний выход на рынок труда), а также с более возрастным населением. Был использован показатель среднего числа лет с года получения диплома.

Высококвалифицированных специалистов выделяли в рамках критериев Росстата. Данные критерии учитывают занятия, образование, а также соответствие занятий требуемой квалификации [53].

Доля лиц с иностранным гражданством — это на самом деле противоречивый показатель. С одной стороны, этот показатель может оцениваться позитивно, как фактор открытости, готовности экономики привлекать иностранных специалистов для повышения

конкурентоспособности, поэтому в ряде случаев отмечается положительная связь между привлечением иностранных работников и высококвалифицированными специалистами в экономике. С другой стороны, необходимо обращать внимание не только на количество, но и на качество миграционной рабочей силы.

В данном исследовании все термины использовались в широком смысле слова, то есть с точки зрения неформальной занятости учитывались не только те, у кого такая занятость основная, но и в целом те, кто хотя бы частично связан с неформальным сектором. Аналогичным образом, в качестве иностранных граждан учитывались и те, у которых было двойное гражданство, в качестве работающих по специальности учитывались и те, кто давал ответ “скорее да” на соответствующий вопрос.

Также было необходимо оценить уровень здоровья работников. К этому вопросу могут быть различные подходы, в частности, может быть использован показатель - смертность среди людей трудоспособного возраста не от внешних причин. Вторым показателем может выступать оценка доли людей, страдающих от алкоголизма.

3. Необходимо было оценить и качество институциональной среды. Был выбран такой доступный показатель, как доля опрошенных, кто оценивает работу исполнительной власти региона как удовлетворительную (данные Федеральной службы охраны). Еще один возможный способ оценки институциональных условий может быть связан с долей налоговых поступлений территории региона в региональном валовом продукте. В таком случае отражаются различия в общей налоговой нагрузке между регионами России.

4. Были использованы данные налоговой службы, чтобы учесть различия между регионам России с точки зрения неучтенных видов затрат, т. е. в ренте, которая возникает благодаря доходам, связанным с природными ресурсами. Была использована информация о сумме налогов и сборов за пользование природных ресурсов (налог на добычу полезных ископаемых — НДПИ), оценивался удельный вес во всех поступлениях с территории региона.

Из открытых данных Росстата невозможно было получить непрерывные данные по добыче основных видов полезных ископаемых, так как такие данные недоступны в связи с соображениями конфиденциальности. Такие оценки могли быть основаны на открытых данных ФНС (НДПИ, налоговая база). Но в связи со сменой классификаторов видов продукции и некоторых других изменений в 2010–2016 годы оказались доступны данные только для некоторых видов полезных ископаемых - для объема добычи нефти, природного газа и конденсата, а также золота, серебра, платины.

Также оказалось невозможно учесть ряд дополнительных факторов, которые могут оказывать влияние на производительность. Частично неучтенные различия (постоянные во времени или в пространстве) были учтены за счет переменной субъекта РФ и года.

Для оценок связей применялись разные виды моделей:

- машина опорных векторов с радиальной базисной функцией;
- «случайный лес» (random forest);
- нейронная сеть с одним слоем;
- модель многомерных адаптивных регрессионных сплайнов (multivariate adaptive regression splines - MARS);
- линейная по параметрам модель с L1- и L2-регуляризаций (elastic net) и объясняющими переменными, преобразованными, для учета нелинейных связей, при помощи натуральных регрессионных сплайнов.

Подбор параметров и выбор лучшего набора для класса модели был произведен с помощью перекрестной проверки с целью уменьшить дисперсию оценок качества (10 делений, 5 повторений разбивки данных на деления). Множество наблюдений было поделено на 10 примерно равных частей, использовались модели с наборами параметров на 9 из 10 частей, а в рамках 10-й части сравнивались предсказания модели с фактическим уровнем производительности. Разделение данных на два множества (учебное и проверочное) выделяется среди других подходов при оценках качества модели приводит к меньшей систематической ошибке, хотя дисперсия оценок велика [54].

Чтобы уменьшить дисперсию, был совершен повтор разбивки наблюдений на 10 частей пять раз, в результате каждый раз деление было осуществлено новым способом. Также стоит отметить, что при делении наблюдений на части была поставлена задача, чтобы в проверочном и учебном множествах содержались все четверти распределения всех действительных оценок производительности (данный аспект становится важным, так как распределение является асимметричным, а высоких оценок меньше).

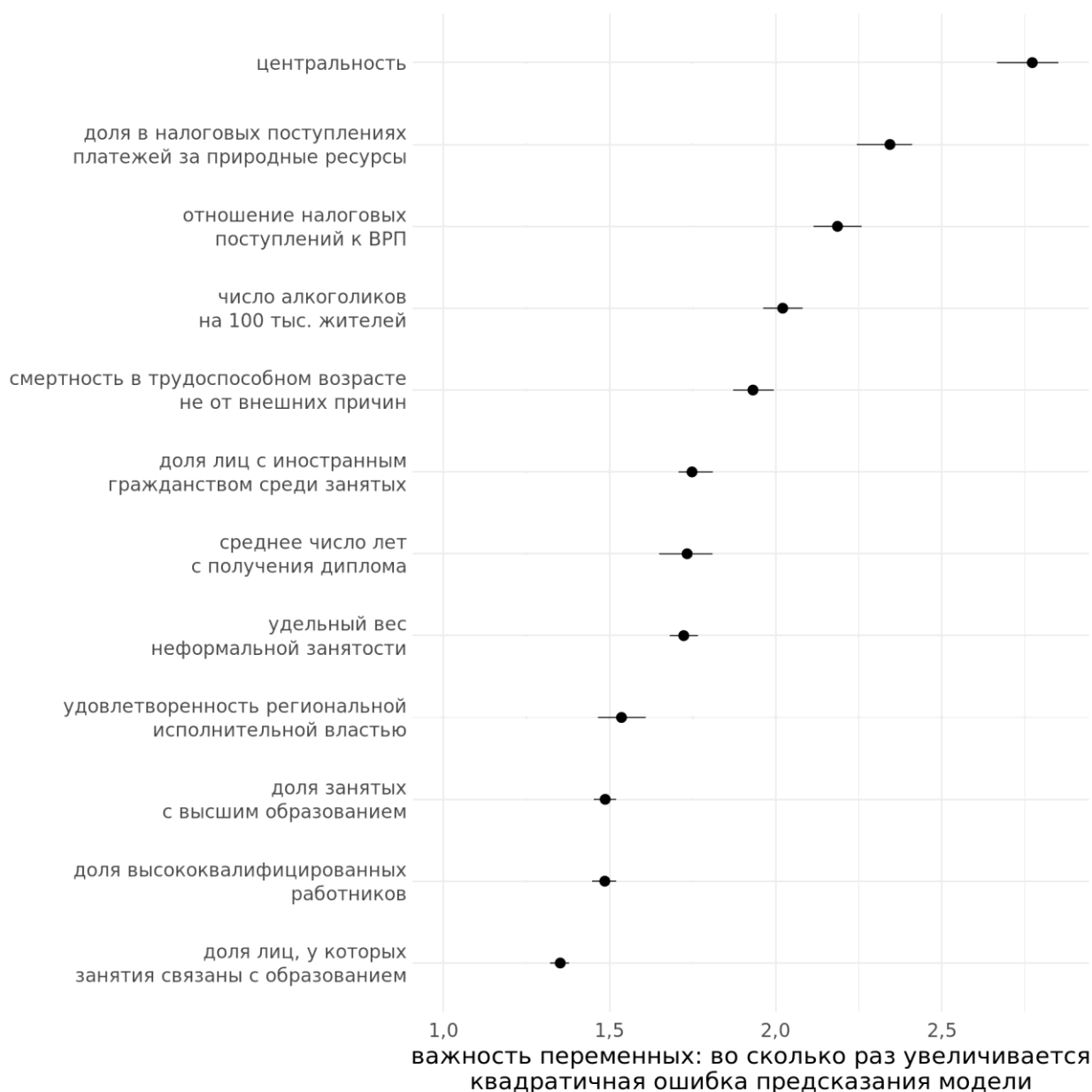
В MARS и elastic net встроен отбор переменных, который помогает сделать модель проще. В общем случае, согласно предложенному подходу, такой отбор не требуется, так как объясняющие переменные являются частью логической системы связей и модели.

Лучшая в своем классе модель отбиралась на основе среднего R^2 , на учебном множестве (всего 50 оценок: 5 разных разбивок на 10 разных делений). В результате удалось уменьшить вероятность, что в моделях произошла чрезмерная подстройка под показатели созданных таблиц, тогда модели теряют свою ценность объяснения и предсказания. С точки зрения R^2 лучше всего предсказания коррелировали с действительными оценками в модели «случайного леса». Эта модель была выбрана для дальнейшего исследования.

На первом этапе будет проанализировано, насколько важны объясняющие переменные для оценок, важность может быть оценена разными способами. В рамках некоторого моделирования предложены свои критерии для оценки важности, чтобы можно было сравнить с

аналогичными моделями, в том числе это возможно и для «Случайного леса». Однако есть и другие способы, которые не зависят от класса моделирования, такой подход можно назвать более эффективным, он допускает более широкие пределы для сравнений.

Чтобы оценить важность разных переменных, Аарон Фишер, Синтия Рудин и Франческа Доминичи (2018) предложили следующий способ: перемешать значения объясняющей переменной между наблюдениями, уничтожив тем самым ее анализируемую связь с объясняемой переменной (в данном случае - оценки производительности), а затем необходимо оценить, насколько в таком случае понизится точность предсказаний [55,56]. Такие оценки важности переменных в выбранной модели «случайного леса» показывает рисунок 23, видно, как меняется корень среднего квадрата ошибки предсказания модели, после того как значения той или иной объясняющей переменной были перемешаны.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 23 — Важность переменных для предсказаний модели «случайного леса» для всех наблюдений. Точки отмечают медиану, а черточки — ближайшие к медиане 90 оценок из 100 различных перестановок значений переменной

Созданная переменная, а именно переменная центральности региона, оказывается важнее других для точности оценок модели. Вторым по важности оказался показатель, связанный с природными ресурсами. Однако такие факторы, как удовлетворённость работой органов исполнительной власти, а также образованность и квалификация работников, оказались менее важны с точки зрения точности предсказаний. Однако то, что факторы, связанные с человеческим капиталом, оказались не так важны должно учитываться с важным дополнением - такие показатели связаны между собой, в этой связи и оценка чувствительности к перестановке значений одного из показателей может недооценивать вклад условий, отраженных этим показателем. Если модель не фиксирует долю работников с высшим образованием, то она учитывает долю высококвалифицированных работников и наоборот.

А. Фишер, С. Рудин и Ф. Доминичи подчеркивали, что если переменная порождает причинную связь, то важность переменной в модели будет возрастать с точки зрения эффекта вмешательства (intervention, treatment) [55]. Вмешательство — это ключевое понятие в данном случае. Но в качестве вмешательства можно рассматривать только то, на что можно воздействовать, что может быть изменено благодаря усилию. Центральность в этом смысле критериям вмешательства не удовлетворяет. Таким образом, данный показатель важен в модели, но он помогает описать распределение оценок, однако не более, причинная связь между оценками центральности и производительности устанавливается не из модели как таковой, но роль играет теория внешних выгод и издержек от сосредоточения.

Можно оценить функцию частичной зависимости от переменной (partial dependence). Функция дает предельное распределение ожидания предсказаний модели для каждого значения переменной. Если ставится задача оценить, как в рамках модели работает центральность региона, то можно для разных ее уровней рассчитать ожидание (среднее) таких предсказаний модели, когда величина центральности сохраняется на том же уровне, но перебираются все сочетания значений других факторов. Была оценена частичная зависимость для всех факторов, которые были использованы в рамках моделирования.

Центральность поднимает уровень производительности для большей части субъектов РФ. В то же время надо отметить, что начиная с некоторого значения связь между производительностью и близостью останавливается на некотором плато, таким образом дальнейшее увеличение центральности не позволяет увеличить производительность. В крайних обстоятельствах (для Москвы, Санкт-Петербурга) это может означать возможное чрезмерное стягивание сети расселения. С другой стороны, не оказывает влияния на производительность и

маленькая центральность у наиболее удаленных регионов России, таких как Якутия, Сахалинская область, Чукотский автономный округ, Тыва. Их экономическая система не использует агломерационный эффект, но основана на факторах первой природы — на роли полезных ископаемых, природных ресурсов. График частичной зависимости производительности от центральности показывает, что для того, чтобы заработали механизмы второй природы, нужно преодолеть условный порог центральности, сосредоточение факторов производства и трудовых ресурсов должно преодолеть некоторый минимальный порог.

Получена прямая зависимость между удельным весом природной ренты в хозяйстве региона и его оценкой производительности, рента способствует производительности.

Можно отметить, что также прямая и даже еще более резкая зависимость получена для фактора работников с иностранным гражданством. Цепочка точек при этом рвалась примерно для отметки в 2 %, однако единственный регион с такой характеристикой — это Тюменская область, без ХМАО и ЯНАО. Иностранные работники в этом регионе — это в основном мигранты из стран СНГ, из Средней Азии, оцениваются более производительные трудовые затраты на такого рода работах, где может быть недостаточно предложения труда местных жителей, например, в строительной сфере [57].

Для показателя доли налоговых поступлений в ВРП точки на диаграмме напоминали вид V, аналогично для лиц, страдающих алкоголизмом. В большинстве случаев эти факторы негативно влияли на производительность, ресурсные регионы обеспечивали при этом отскок на диаграммах к положительной связи. С учетом фактора НДПИ в таких регионах фиксируется более высокая налоговая нагрузка. С другой стороны, в таких же регионах регистрируется более высокий уровень алкоголизма среди местного населения, в том числе и для алкогольных психозов. Регионы России на самом деле очень разнородные, в одно регионе одновременно имеют место и эффективные предприятия, и депрессивные территории и сферы экономики, с большим числом люмпенизированного населения. Внутренние различия субъектов могут быть важнее, чем различия между ними, что подчеркивалось и в докладе Всемирного банка о региональном развитии России [58].

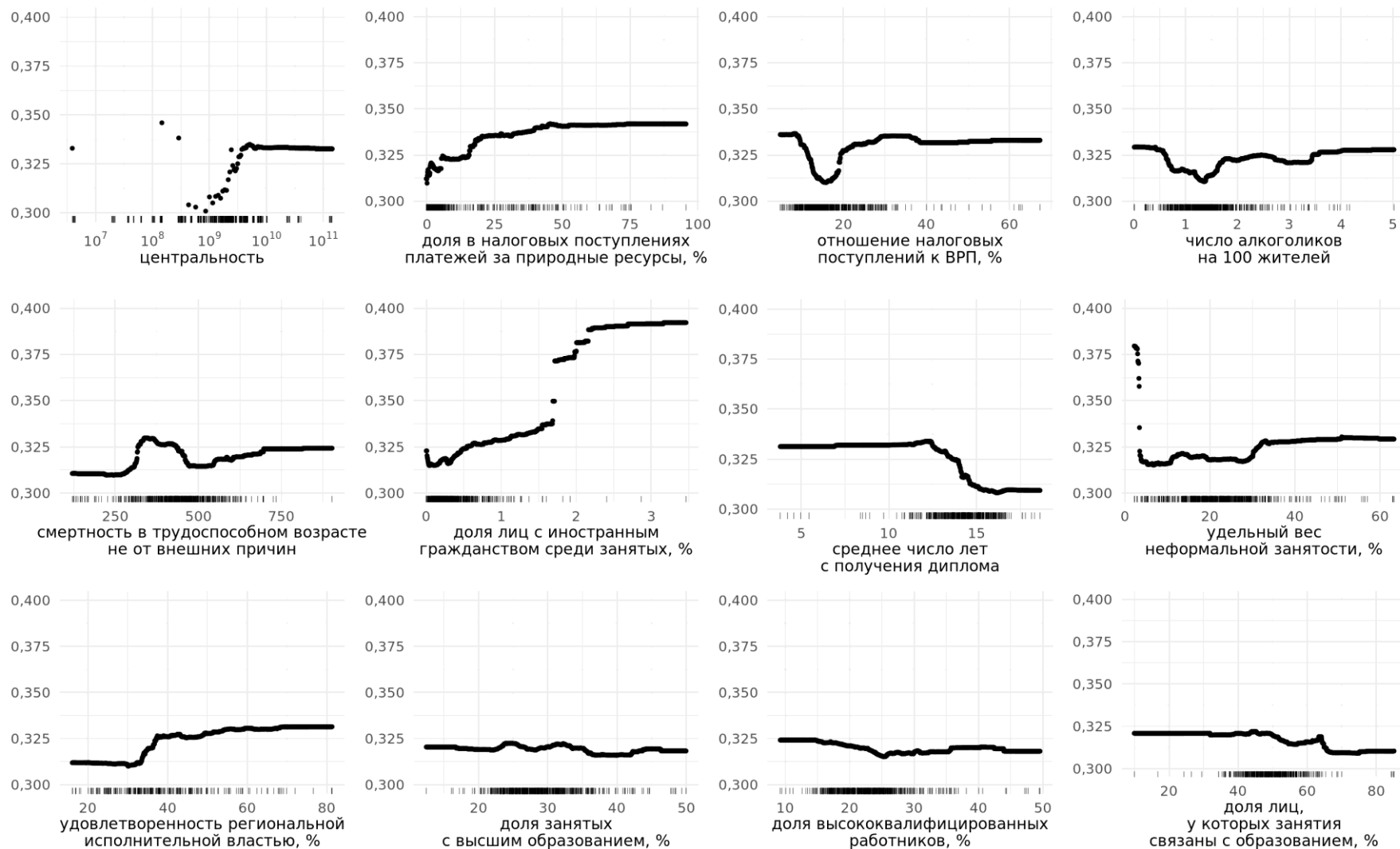
Как было оговорено ранее, алкоголизация тесно связана с проблемой смертности в трудоспособном возрасте. Но на Северном Кавказе отмечается одновременно и здоровое население, и низкая производительность. В иных регионах здоровье населения положительно влияет на производительность.

Далее проанализируем показатели, которые учитывают качество человеческого капитала. Однако доли высококвалифицированных работников, работников с высшим образованием и тех, у кого профессиональная деятельность соответствует диплому об образовании слабо влияют на полученную производительность. Можно даже сказать, что получена отрицательная

зависимость. Полученная слабая связь может расцениваться как свидетельство того, что именно в России роль человеческого капитала оказывается не столь существенна. Модель показывает, что различия в опыте работы не могут претендовать на объяснение различной производительности регионов. Для большинства субъектов справедливо, что чем больше лет прошло со времени получения диплома, тем ниже отмечается производительность, такая ситуация может свидетельствовать о кризисе непрерывности образования.

Были проанализированы иные показатели институциональных условий — удовлетворенность властью и доля теневого сектора. Удовлетворенность положительно связана с производительностью, но и для доли теневого сектора получена положительная связь с производительностью и доходностью. При оценке небольших предприятий не было отмечено связи между центральностью муниципалитета и прибыльностью — как для самого предприятия, так и далее для отрасли или города. Исключения были отмечены в регионах с самой низкой долей теневой экономики — Чукотка, ЯНАО, Магаданская область, где малый местный рынок может ограничивать теневую сферу.

В итоге различия в производительности субъектов Федерации (рисунок 24) объясняются прежде всего с точки зрения системы расселения, дорожной сети, роли природных ресурсов, полезных ископаемых. Однако при этом и в регионах, и в стране в целом человеческий капитал не может трансформироваться в более высокую производительность, для производительности оказывается более значим не объем человеческого капитала (с учетом образования, квалификация), а срок его использования, то есть фактор здоровье человека.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 24 — Диаграммы частичной зависимости оценок производительности от величины объяснительных переменных в модели «случайного леса». Черточки внизу каждой диаграммы указывают на частоту значений показателя в реальных наблюдениях

Была предложена другая модель - она использует данные о количестве работников, организационно-правовой форме, форме собственности, классе ОКВЭДа основной деятельности, а также использованы категории организаций в реестре МСП (малые и средние предприятия) налоговой службы.

Чтобы более точно учесть географическое положение предприятий, мера центральности была дополнена еще одним важным показателем — центральностью-посредничеством (betweenness centrality). У центральности, если принять во внимание точку в центре креста, можно выделить более трех смыслов. Для города их можно обозначить следующим образом:

- 1) город хорошо связан прямыми путями с другими городами, он в результате вовлечен в дорожную сеть страны (центральность по соседству);
- 2) город — это посредник между частями страны, он в некотором смысле контролирует потоки движения между ними (центральность по посредничеству);
- 3) из города легко достичь других городов (центральность по близости).

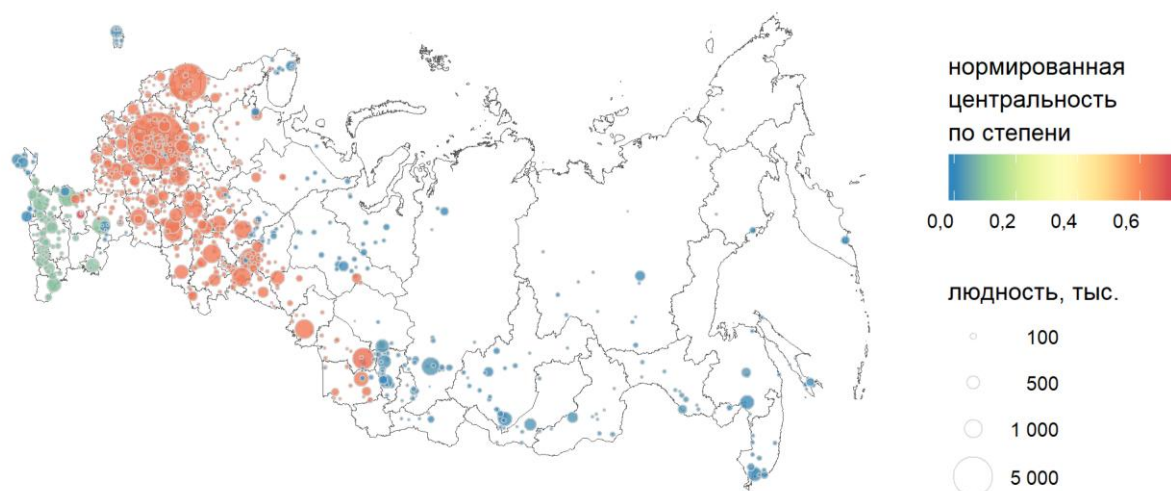
Эти три аспекта центральности выделил в статье 1978 г. Линтон Фриман [59].

Для оценки центральности по соседству и центральности по посредничеству город может быть представлен в виде одной точки. В качестве дорожной связи оценивался путь между городами с использованием автомобильного транспорта, такой путь не должен был пересекать другие города. Когда в графе ребра отображаются именно таким образом, это значит, что город невозможно объехать, он начинает получать своеобразную ренту, в нем останавливается часть транзитного потока. Однако одновременно нехватка объездной дороги может стать для города и важным препятствием. Граф охватывал города России с населением более 10 тыс., это уменьшило число возможных наблюдений (на 5 %). В результате в 2017 г. некоторые крупные города были представлены плохо, были использованы более удобные данные по 2018 году.

Простая мера центральности по соседству может быть представлена, как число инцидентных вершине ребер (степень вершины). В данном примере это число (или доля, при нормировании показателя) городов, с которыми у выбранного города существует прямая дорожная связь. Эта мера носит локальный характер, но она ценна потому, что самыми уязвимыми вершинами являются как раз те, для которых отмечена самая высокая степень: последовательное удаление таких вершин будет разрушать сеть намного быстрее, чем аналогичное удаление на основе иных, не местных мер центральности [60].

Для большинства городов нормированная степень получена высокого уровня — более 0,6 (рисунок 25). Данные города создали ядро в каркасе системы расселения, данная полоса оказалась усеченной - на юге, на востоке — по линии Новосибирск — Барнаул — Бийск — Горно-Алтайск.

Центральность по соседству между городами различается слабо (характеризует скорее макрорегионы), поэтому данный критерий не был использован. Однако он все же может указать на потенциальные границы факторов второй природы - положительная связь между центральностью (близостью) и производительностью возникает после преодоления критического порога населения.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 25 — Распределение городов по центральности по степени, нормированной на общее число вершин в графе

Оценка центральности по посредничеству показывает, какая доля кратчайших маршрутов между парами других городов проходит через анализируемый город:

Центральность по посредничеству (нормированная на число вершин в графе) рассчитывается следующим образом:

$$\frac{2c_i^B}{N^2 - 3N + 2} \quad (12)$$

где N — число вершин в главной компоненте (1035), то есть крупнейшей части графа, все вершины связаны друг с другом хотя бы одним ребром.

В транспортной системе центральная по посредничеству вершина является городом, который связывает части страны, определяет потоки пассажиров, товаров.

Была выделена ось важных городов - посредников: Москва — Владимир — Нижний Новгород — Чебоксары — Казань — Набережные Челны — Уфа — Челябинск — Курган — Омск — Новосибирск. На рисунке 27 показаны 20 городов с самой высокой центральностью по посредничеству. Виден коридор через Уральские горы (участок трассы М5 «Урал»), у более

северных городов - Екатеринбурга и Перми - посредничество является слабым, так как путь через эти города к главным европейским центрам более длинный.

Далее перейдем к модели распределения прибыльности компаний. Была использована обобщенная аддитивная модель, в ее рамках разные факторы влияли на итоговую прибыльность независимо друг от друга, а не во взаимосвязи (в отличие от «случайного леса»). Вероятность нелинейной связи между прибыльностью и количественными переменными, (число сотрудников, меры центральности) была учтена при использовании сглаживающих сплайнов (smoothing splines). Модель не обеспечивает точных предсказаний, но формулирует описательную сводку связей, менее «зашумленных», чем на диаграмме рассеяния. Это становится возможным благодаря существенному количеству наблюдений (1 036 490).

Графически сводка для четырех мер центральности, количества сотрудников и фактора отрасли показана на рисунке 26. Видно, что средняя прибыльность компании оказывается выше в городах, которые более центральные с точки зрения близости населения, но выигрыш оказывается не очень существенным. Если оценивать центральность с точки зрения посредничества, то преимущества отмечены исключительно для компаний в наиболее важных городах (с точки зрения транспортной системы).

В выборку оказались преимущественно включены ООО (общества с ограниченной ответственностью, 97,8 %), а также непубличные (1,8 %) и публичные (0,3 %) акционерные общества. Так как акционерных компаний оказалось крайне мало, то они рассматривались в целом. У большинства компаний были отечественные акционеры (96,7 %), были компании в иностранной собственности (2,4 %), а также компании смешанного типа (0,9 %). Не было выявлено существенных различий, но в среднем российские компании оказались прибыльнее на 0,6%, несмотря на гипотезу о роли иностранных компаний в импорте новых технологий.

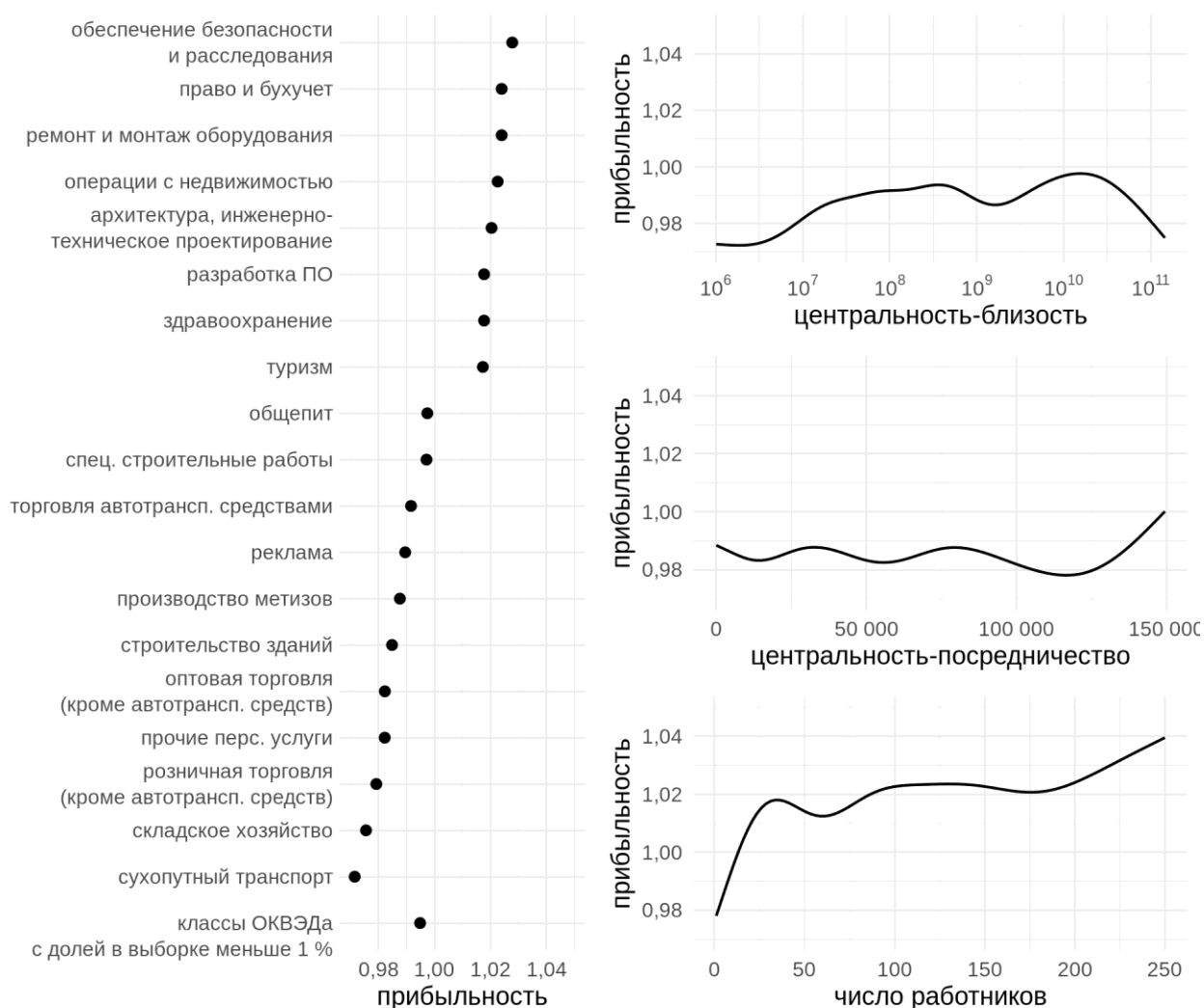
Компании с формой ООО оказались также прибыльнее (на 2,7%), несмотря на гипотезу, что акционерным компаниям проще привлекать кредитные средства.

Важные результаты были получены при анализе зависимости прибыльности от размера компании. Так выиграли микропредприятия (это может быть связано с факторами более низких налогов и меньшей контрольно – надзорной деятельности) – они показали прибыльность выше на 4,6% чем малые фирмы, на 7,3% выше, чем средние. Компании из реестра МСП отстали от самых маленьких фирм меньше (3,7%).

Прибыльность оказалась положительно связана с количеством сотрудников, то есть предприятия эффективно использовали труд. Получается отчасти парадоксальное заключение, что низкая фондовооруженность или удельные промежуточные затраты обеспечивали эффективность компаний. Такой вывод может быть следствием фактора дешевой рабочей силы (на фоне основного капитала, материальных издержек).

Также можно найти объяснение для отсутствия жесткой связи центральности (по близости) и прибыльности. Для периферийного рынка труда, на удалении от крупных городов компаниям легче устанавливать низкие ставки оплаты труда, так как и меньше выбор у работников, особенно для моногородов, одновременно и стоимость проживания в таких местах может быть ниже.

Подтверждается вывод о важнейшей роли центральности для субъектов с оценками по отдельным предприятиям: для компаний мы наблюдаем не производительность, но прибыльность, чистые (или технологические) внешние выгоды от концентрации погашаются денежными внешними издержками.



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 26 — Оценка связи между показателем и прибыльностью предприятия с поправкой на действие других условий



Примечание — источник: составлено авторами.

Рисунок 27 — Города России с точки зрения их центральности как посредников в распределении транспортных потоков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Начиная с 1994 года Россия сместилась из первой четверти наименее производительных стран до уровня среднего по миру. При этом переход из низкой категории произошел кризиса 2008–2009 гг., в рамках этого кризиса производительность снизилась в меньшей степени, по сравнению с иными государствами. Однако и в 2010–2014 г. Россия не смогла превысить уровень среднемировой производительности (и с точки зрения среднего показателя по странам, и с точки зрения производительности мировой экономики). Начиная с 2015 г. страна постепенно отдалялась от мировой границы производственных возможностей.

Если анализировать связь затрат производительных сил и выигрышей в благосостоянии граждан, то Россия на мировом фоне выступает хуже, чем в рамках оценки выпуска. Даже в лучшие периоды она лишь немного выходила из числа первой четверти наименее производительных стран.

Анализ внутренней ситуации показал, что отрицательная динамика начала складываться еще начиная с 2012 года, в этом году производительность выросла в большинстве регионов, но это были регионы с небольшой долей в ВВП, но в целом производительность страны, согласно полученным оценкам, упала на 1,4 %. Единственный прирост был отмечен в 2011 г., но он был нивелирован этим спадом. Далее в 2012 г. производительность упала уже в половине регионов, далее ситуация начала ухудшаться во все большем числе субъектов, важную роль сыграли негативные процессы в Москве.

Однако стоит отметить, что изменения в ВРП не были такими же существенными, как в производительности. Прирост в большинстве регионов был построен на возрастающих совокупных затратах, рост носил экстенсивный характер. Так единственный регион, который не увеличил объем совокупных затрат к 2016 г. — это Вологодская область. В данной ситуации рост затрат происходил в первую очередь в рамках увеличения капитала (не трудовых затрат). Таким образом, новые фонды не обеспечивали прибавку выпуска, которая была бы соразмерна затратам на приобретение или производство таких фондов. Яркий случай такой ситуации — это Приморский край. Можно отметить иные регионы, где убыль производительности была ярко выраженной — это многие сырьевые субъекты Федерации.

Несмотря на разницу с точки зрения динамики производительности общее распределение регионов оставалось примерно на одном уровне. Самая высокая производительность (несмотря на фактор доходов), в отдельные годы была отмечена для таких регионов, как Республика Тыва, Сахалинская область, Санкт-Петербург, Тюменская

область (без округов) и Омская область. При этом Москва на самом деле отличалась более низкой производительностью – при выделении показателей эффективности было получено, что сосредоточение в Москве производительных сил чрезмерное. Высокие показатели были у Белгородской и Воронежской, Калининградской, Новосибирской и Сахалинской областей, в Красноярском крае и Чукотском автономном округе.

В рамках использования машинного обучения было показано, что разработанный показатель центральности лучше других предсказывает различия между регионами с точки зрения производительности.

Было получено, что различия в производительности связаны в первую очередь с факторами системы расселения и ролью природных ресурсов. Однако, к сожалению, и на уровне регионов, и на уровне России, не удалось добиться конвертации человеческого капитала в важнейший фактор производительности. Для производительности значимым оказывался не объем человеческого капитала (образование, квалификация), но фактор продолжительности использования, то есть уровень здоровья.

Также был проведен анализ того, как внешние выгоды могут играть роль на более мелких географических уровнях. Получилось, что на микроданных о компаниях (несмотря на многочисленные попытки других работ) оценить производительность в полной мере невозможно, так как недоступны данные об объемах промежуточного потребления и затратах основных фондов.

Было показано, что различия в прибыльности между районами и городами незначительны, чистые внешние выгоды в целом погашаются денежными внешними издержками. Получается, что цена затрат (прежде всего это справедливо для труда) растет в пространстве быстрее, чем его польза для хозяйственной деятельности. Были получены только слабые доказательства того, что прибыльность выигрывает от значительного локального рынка. С другой стороны, такая центральность города или района уменьшала разброс прибыльности между предприятиями, эта ситуация может свидетельствовать об обмене знаниями, заимствовании практик. Было показано, что получают преимущества предприятия в городах (важнейших посредниках в транспортной системе).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. O'Donnell C.J. DPIN 3.0 : a program for decomposing productivity index numbers. 2011.
2. O'Donnell C.J. An aggregate quantity-price framework for measuring and Decomposing productivity and profitability change // CEPA Work. Pap. Ser. St. Lucia, Qld.: School of Economics, University of Queensland, Australia, 2009. P. 40.
3. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency // J. R. Stat. Soc. Ser. A. 1957. Vol. 120, № 3. P. 253.
4. Aigner D., Lovell C.A.K., Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models // J. Econom. North-Holland, 1977. Vol. 6, № 1. P. 21–37.
5. North D.C., Thomas R.P. The rise of the Western world: a new economic history. University Press, 1973. 179 p.
6. Griliches Z., Mairesse J. Production Functions: The Search for Identification: 5067. Cambridge, MA, 1995. 41 p.
7. Greene W.H. Econometric analysis. 6th ed. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall, 2008. 1210 p.
8. Olley G.S., Pakes A. The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry // Econometrica. 1996. Vol. 64, № 6. P. 1263–1297.
9. Petrin A., Levinsohn J. Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables // Rev. Econ. Stud. 2003. Vol. 70, № 2. P. 317–341.
10. Blundell R., Bond S. GMM Estimation with persistent panel data: An application to production functions // Econom. Rev. Marcel Dekker, Inc. , 2000. Vol. 19, № 3. P. 321–340.
11. Akerberg D., Caves K., Frazer G. Structural identification of production functions. 2006.
12. Wooldridge J.M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables // Econ. Lett. 2009. Vol. 104, № 3. P. 112–114.
13. Loecker J. De. Product Differentiation, Multiproduct Firms, and Estimating the Impact of Trade Liberalization on Productivity // Econometrica. The Econometric Society, 2011. Vol. 79, № 5. P. 1407–1451.
14. Acemoglu D., Zilibotti F. Productivity Differences // Q. J. Econ. 2001. Vol. 116, № 2. P. 563–606.
15. Beugelsdijk S., Klasing M.J., Milionis P. Regional economic development in Europe: the role of total factor productivity // Reg. Stud. Taylor & Francis, 2018. Vol. 52, № 4. P. 461–476.
16. Henderson V. The Urbanization Process and Economic Growth: The So-What Question //

- J. Econ. Growth. 2003. Vol. 8, № 1. P. 47–71.
17. Lagakos D. et al. Life-cycle human capital accumulation across countries: Lessons from US immigrants // J. Hum. Cap. University of Chicago Press, 2018. Vol. 12, № 2. P. 305–342.
 18. Aghion P. et al. Coase Lecture - The Inverted-U Relationship Between Credit Access and Productivity Growth // *Economica*. Blackwell Publishing Ltd, 2019. Vol. 86, № 341. P. 1–31.
 19. Acemoglu D., Angrist J. How Large Are Human-Capital Externalities? Evidence from Compulsory Schooling Laws // *NBER Macroecon. Annu.* 2000. Vol. 15. P. 9–59.
 20. Dolinskaya I. Explaining Russia's Output Collapse // *IMF Staff Pap.* 2002 492. Palgrave, 2002. Vol. 49, № 2. P. 155–174.
 21. Воскобойников И.Б. Оценка совокупной факторной производительности российской экономики в период 1961–2001 гг. с учетом корректировки динамики основных фондов: WP2/2003/03. Москва, 2003. 40 р.
 22. Iradian G. Rapid Growth in Transition Economies: Growth-Accounting Approach // *IMF Work. Pap.* International Monetary Fund (IMF), 2007. Vol. 07, № 164. P. 1.
 23. Kuboniwa M. The Russian growth path and TFP changes in light of estimation of the production function using quarterly data // *Post-Communist Econ.* Taylor & Francis Group, 2011. Vol. 23, № 3. P. 311–325.
 24. Gray S. et al. Russian Federation: Selected Issues. Washington, 2012.
 25. Литвинова Ю., Пономарёв Ю. Оценка совокупной факторной производительности в России: микроэконометрический анализ // *Экономическое развитие России*. 2017. Vol. 24, № 3. P. 18–25.
 26. Национальные счета России в 2014-2018 годах: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики Росстат / ed. Масакова И.Д. Москва: Федеральная служба гос. статистики, 2019. 245 р.
 27. Национальные счета // Россия. Специальный стандарт распространения данных [Electronic resource] // Федеральная служба государственной статистики. 2019.
 28. Методология оценки валового регионального продукта / Росстат [Electronic resource].
 29. Методика расчета показателя «Индекс производительности труда» [Electronic resource] // Федеральная служба государственной статистики.
 30. Measuring Productivity - OECD Manual // *Measuring Productivity - OECD Manual*. Paris: OECD, 2009. 155 p.

31. Капелюшников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал в России?: препринт WP3/2012/06: WP3/2012/06. М., 2012. 76 p.
32. Barro R.J., Lee J.W. A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010 // J. Dev. Econ. Elsevier B.V., 2013. Vol. 104. P. 184–198.
33. Voskoboynikov I.B. New Measures of Output, Labour and Capital in Industries of the Russian Economy // SSRN Electron. J. 2012.
34. Feenstra R.C., Inklaar R., Timmer M.P. The Next Generation of the Penn World: Version 8.0 // Am. Econ. Rev. 2015. Vol. 105, № 10. P. 3150–3182.
35. Ростислав К.В. Различия в общей производительности рабочей силы и основных средств между регионами России в 2008–2016 гг. // Пространственная организация общества: теория, методология, практика: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. (7–11 нояб. 2018 г.). Пермь: Издательский центр Пермского государственного национального исследовательского университета, 2018. P. 522–529.
36. Ростислав К.В., Бабурин В.Л. Изменение совокупной производительности факторов российских регионов в 2008–2016 гг. // J. New Econ. 2019. Vol. 20, № 3. P. 5–22.
37. Приказ Минфина России от 30.03.2001 N 26н (ред. от 16.05.2016) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет основных средств“ ПБУ 6/01» (Зарегистрировано в Минюсте России 28.04.2001 N 2689) [Electronic resource].
38. Tukey J.W. Exploratory Data Analysis. 1st ed. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., 1977. 704 p.
39. Среднесписочная численность работников (без внешних совместителей) по полному кругу организаций за отчетный период / ЕМИСС [Electronic resource]. 2020.
40. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства / Федеральная налоговая служба [Electronic resource]. 2020.
41. Национальные счета / Росстат [Electronic resource].
42. Динамика изменения наличия основных фондов на конец года в Российской Федерации (в сопоставимых ценах) / Росстат [Electronic resource]. 2020.
43. Трудовые ресурсы / Росстат [Electronic resource]. 2020.
44. WORLD KLEMS Data [Electronic resource].
45. Feenstra R.C., Inklaar R., Timmer M.P. PWT 9.1 | Penn World Table | University of Groningen [Electronic resource].
46. Feenstra R.C. et al. Estimating real production and expenditures across nations: A proposal for improving the penn world tables // Rev. Econ. Stat. 2009. Vol. 91, № 1. P.

201–212.

47. Основные фонды / Росстат [Electronic resource]. 2020.
48. O'Donnell C.J. Productivity and Efficiency Analysis: An Economic Approach to Measuring and Explaining Managerial Performance. Singapore: Springer, Singapore, 2018. 439 p.
49. Coelli T.J. et al. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. 2nd ed. [New York]: Springer, 2005. 348 p.
50. Bessonova E., Tsvetkova A. Productivity Convergence Trends within Russian Industries : Firm-Level Evidence: 51. Moscow, 2019. № 51. 75 p.
51. David P.A. The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox // Am. Econ. Rev. 1990. Vol. 80, № 2. P. 355–361.
52. Rochat Y. Closeness Centrality Extended To Unconnected Graphs : The Harmonic Centrality Index // Appl. Soc. Netw. Anal. 2009. P. 117.
53. Методика расчета показателя «Удельный вес численности высококвалифицированных работников в общей численности квалифицированных работников в регионе, в процентах» [Electronic resource]. 2013.
54. Kuhn M., Johnson K. Feature Engineering and Selection : a Practical Approach for Predictive Models. Boca Raton, FL: CRC Press, 2020. 314 p.
55. Fisher A., Rudin C., Dominici F. All Models are Wrong but many are Useful: Variable Importance for Black-Box, Proprietary, or Misspecified Prediction Models, using Model Class Reliance. 2018.
56. Fisher A., Rudin C., Dominici F. All Models are Wrong, but Many are Useful: Learning a Variable's Importance by Studying an Entire Class of Prediction Models Simultaneously // J. Mach. Learn. Res. 2019. Vol. 20, № 177. P. 1–81.
57. Махмудова М.М. Миграционные процессы в Тюменской области: анализ современных тенденций и возможностей управления // Вопросы управления. 2015. Vol. 13, № 1. P. 131–136.
58. ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО НЕРАВЕНСТВА Как снова собрать советский «пазл» в условиях рыночной экономики. Москва, 2018. 56 p.
59. Freeman L.C. Centrality in Social Networks : Conceptual Clarification // Soc. Networks. 1978. Vol. 1. P. 215–239.
60. Lü L. et al. Vital nodes identification in complex networks // Phys. Rep. Elsevier B.V., 2016. Vol. 650. P. 1–63.