

## Введение

Инфраструктурный капитал является важной детерминантой экономического роста, уровня благосостояния и качества жизни. Россия существенно отстает по многим характеристикам развития инфраструктуры от развитых стран мира, в том числе по таким важным элементам, как транспорт, средства связи и жилищное хозяйство.

Решения по инвестиционным проектам основаны на сопоставлении издержек и выгод, последние особенно трудно оценить для элементов инфраструктурного капитала из-за наличия внешних эффектов, которые имеют как межотраслевое, так и пространственное измерение. Из-за специфических свойств общественных благ и высоких издержек проекты, направленные на развитие инфраструктуры, часто финансируются и иницируются государственными органами и являются предметами политических решений. Кроме того, Россия – федеративное государство с децентрализованным управлением, включающим национальный, субфедеральный и местный уровни власти, каждый из которых по-разному участвует в финансировании инфраструктурных элементов. Вопрос об эффективности распределения полномочий между уровнями государственной власти в финансировании инфраструктуры должен определяться протяженностью ее пространственных внешних эффектов. Качество оценки дефицита инфраструктуры зависит от корректности оценок экстерналий, и критерием оптимальности институциональной среды является степень их интернализации.

В работе оценивается вклад инфраструктуры в экономическое развитие регионов России с учетом пространственных внешних эффектов, которые включают элементы транспорта и связи. Результаты анализа используются для аргументации реформирования существующей системы финансирования инфраструктуры и обоснования необходимости более эффективной институциональной среды.

## Обзор литературы

В работах, посвященных проблемам формирования и развития инфраструктуры, используются различные подходы к определению содержания этого понятия, отличающиеся степенью охвата тех элементов, которые создают условия для развития в стране. Некоторые авторы трактуют понятие инфраструктуры очень широко, объединяя весь комплекс условий, обеспечивающих благоприятное развитие бизнеса в отраслях экономики и создающих среду, при помощи которой население может удовлетворять свои потребности. Другие авторы трактуют инфраструктуру, наоборот, очень узко, понимая под ней набор инструментов, позволяющих экономическим субъектам добиваться лучших результатов в соответствии с их целевыми установками, нежели при отсутствии инфраструктуры. Существует целый ряд теоретических концепций выделения рыночной инфраструктуры: накладных расходов, распределительная, институциональная, логистическая, маркетинговая. Каждая из концепций исходит из своего видения целей и задач исследования, расставляя свои содержательные акценты при рассмотрении функций инфраструктуры.

Но в литературе существует широко разделяемое мнение, что физическая и институциональная инфраструктура должна снижать транзакционные издержки (коммуникационные, транспортные, информационные) и способствовать развитию, росту производительности и эффективности экономики. Однако не во всех эмпирических исследованиях этот факт подтверждается. Ошауер [Aushauer, 1989] обнаружил, что транспортная инфраструктура имеет значимый положительный эффект на среднюю производительность факторов производства в США. Нортон [Norton, 1992] показал, что межстрановые различия в росте ВВП на душу населения связаны, среди прочего, с телекоммуникационной инфраструктурой. Надири и Мамунес, а также Моррисон и Шварц [Nadiri, Mamuneas, 1994; Morrison, Schwartz, 1996] подтвердили наличие значимого эффекта на увеличение производительности труда в промышленности в результате роста инфраструктурного капитала. Хольтц-Еакин и Ловели [Holtz-Eakin, Lovely, 1996] не обнаружили прямой связи инфраструктуры и выпуска, но получили доказательство ее положительного влияния на расширение ассортимента продукции. Мартин, Роджерс и Ритвельд [Martin, Rogers, 1995; Rietveld, 1995] пришли к заключению, что инфраструктурная обеспеченность объясняет межрегиональные различия. Анализ ситуации в странах Восточной Азии [Staub, Vellutini, Warlters, 2008] не выявил статистически значимой связи между инфраструктурой и экономическим ростом.

Неоднозначность выводов о связи инфраструктуры с экономическими характеристиками развития, получаемых в результате эмпирических исследований, находит ряд объяснений. Во-первых, положительный эффект инфраструктуры реализуется в условиях благоприятной макроэкономической ситуации, которая способствует эффективному распределению ресурсов и исключает инфляционные и спекулятивные искажения. Во-вторых, так как инфраструктура сама по себе не создает экономический потенциал, а только способствует росту производительности труда и частного капитала, то дефицит последних не позволяет оценить эффект инфраструктуры. Баланс между факторами производства и распределением инвестиций между производственным и инфраструктурным капиталом является требованием оптимизации долгосрочного экономического роста. В-третьих, основная роль инфраструктуры состоит в обеспечении надежности и качества услуг, в связи с этим использование в эмпирических оценках физических характеристик инфраструктурного капитала, без учета степени удовлетворенности потребителей, которая включает внедрение инноваций, совершенство менеджмента, эффективность использования существующих мощностей, искажает его реальную оценку. Наконец, инвестиции в развитие инфраструктуры, которая относится, в значительной своей части, к общественным благам, являются частью государственной политики и подвержены искажениям, связанным с лоббированием интересов отдельных территорий или промышленных групп.

Однако даже те эконометрические модели, связывающие инфраструктуру и продуктивность экономик национального и субнационального уровня, которые подтвердили наличие статистически значимых зависимостей, давали сильно различающиеся количественные оценки. Этот факт привел ряд исследователей [Holtz-Eakin, Schwartz, 1995; Kelejian, Robinson, 1997; Boarnet, 1998] к заключению, что существуют неучтенные внешние эффекты, которые приводят к недооценке (или переоценке в случае отрицательных экстерналий) вклада инфраструктуры, когда оценивание делается на основе региональных данных, так как влияние распространяется за границы регионов. И они показали, что внешние эффекты инфраструктуры, рассматриваемой на уровне штатов, были отрицательными, подтвердив доминирование эффектов межрегиональной конкуренции за мобильные ресурсы над эффектами кооперации. Испанские исследователи Морено и Лопез-Базо [Moreno, Lopez-Bazo, 2007] тестировали зависимость внешних эффектов от типа инфраструктуры, выделяя местную и транспорт. Они обнаружили, что, во-первых, отдача для агрегированного выпуска регионов от местной инфраструктуры выше, чем от транспорта и, во-вторых, внешние эффекты генерируются только транспортом, при этом они – отрицательные. Ойонг и Тангевели [Owyong, Thangavelu, 2001] тестировали внешние эф-

факты общественного капитала между США и Канадой и обнаружили положительное влияние на производительность этих стран. Коэн и Монако [Cohen, Monaco, 2008], оценивая вклад транспортной инфраструктуры в изменение производительности труда, издержек и занятости в промышленном секторе США, пришли к заключению, что инвестиции в развитие портовой инфраструктуры снижают издержки местных производителей, но при этом издержки в соседних регионах оказываются выше.

Еще одним дискуссионным вопросом эмпирических оценок является направление причинно-следственных связей между инфраструктурой и экономическим ростом в краткосрочной и долгосрочной перспективах [Canning, Pedroni, 2004; Fernald, 1999]. Спецификации моделей допускают как единственное направление зависимости, когда инфраструктура является фактором, определяющим уровень экономического развития, при этом обратная связь исключается, так и одновременную зависимость, когда инфраструктура является эндогенной переменной, спрос на которую формируется в результате изменения уровня экономической активности.

Данная работа использует результаты предыдущих исследований и изучает вклад инфраструктуры в продуктивность регионов России, при этом особое внимание уделяется пространственным экстерналиям. Предполагается, что влияние инфраструктуры и внешние пространственные эффекты зависят от категорий инфраструктурного капитала. Так как они выполняют различные функции, то их эффект и связь с территорией может различаться.

## **Методология исследования**

### **Гипотезы и модель**

Методология анализа представляет собой эмпирическое тестирование следующих гипотез.

Гипотеза 1. Инфраструктура является важным фактором роста производительности в регионах России.

Гипотеза 2. Инфраструктура создает пространственные внешние эффекты, которые выходят за рамки административных границ субъектов Российской Федерации.

Базовая теоретическая модель проекта использует идею расширения региональной агрегированной производственной функции  $Q = AF(K, L)$  за счет инфраструктурного капитала  $Q = AF(K, L, G)$ , который в нашей задаче раз-

делен на  $k$  различных элементов  $Q = AF(K, L, G_1, G_2, \dots, G_k)$ , где  $A$  – общая факторная производительность;  $F$  – производственный капитал;  $L$  – трудовые ресурсы;  $G$  – инфраструктурный капитал. Предположение о том, что производственной функцией является функцией типа Кобба – Дугласа, и ее логарифмирование приводят к выражению, которое может быть оценено стандартными эконометрическими методами.

$$\ln Q = \ln A + a \ln K + b \ln L + \sum_{s=1}^k c_s \ln G_s + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I).$$

Гипотеза о наличии пространственных внешних эффектов, генерируемых инфраструктурой, дает дополнительное расширение модели, которое включает структуру пространственных связей и моделируется с помощью матрицы пространственных весов. Зависимость региональной производительности от инфраструктурного капитала соседних регионов расширяет модель

$$\ln Q = \ln A + a \ln K + b \ln L + \sum_{s=1}^k c_s \ln G_s + \sum_{s=1}^k \rho_s W \cdot \ln G_s + \varepsilon,$$

где  $W$  – матрица пространственных весов и  $\rho_s W \cdot \ln G_s$  – компонента, отражающая пространственный лаг.

Матрица пространственных весов  $W$  задается экзогенно, ее элементы, как правило, отражают расстояние между наблюдаемыми объектами исходя из географического критерия. Одной из распространенных матриц пространственных весов является бинарная матрица соседства, где индивидуальные элементы  $w_{ij}$  принимаются равными единице, если регионы  $i$  и  $j$  ( $i \neq j$ ) имеют общую границу, и равными нулю, если общих границ нет. Такая спецификация предполагает, что все соседние регионы оказывают одинаковое влияние друг на друга, при этом связи с регионами, которые не имеют общих границ, отсутствуют. Другой подход состоит в определении  $w_{ij}$  следующим образом:

$$w_{ij}(q) = \begin{cases} 0 & \text{if } i = j \\ 1/d_{ij} & \text{if } i \neq j, \end{cases}$$

где  $d_{ij}$  – расстояние между региональными центрами. Элементы матрицы пространственных весов в этом случае являются аналогами гравитационных коэффициентов.

Первая гипотеза проекта предполагает, что коэффициенты при переменных инфраструктуры являются положительными и статистически значимыми:

$c_s > 0$ . Из второй гипотезы следует, что коэффициенты при пространственных переменных  $\rho_s$  отличны от нуля, они могут быть положительными или отрицательными, в первом случае доминируют эффекты межрегиональной кооперации, во втором случае – эффекты межрегиональной конкуренции.

## **Информация**

В работе используются традиционные физические измерители и элементы транспортной и коммуникационной инфраструктуры. Источником данных выступают статистические справочники и отчеты государственной статистической службы. Информация имеет панельную структуру, максимальный период наблюдения с 1995 по 2007 г. (некоторые переменные наблюдаются с 2003 г.), в качестве регионов рассматриваются субъекты Российской Федерации (число субъектов РФ = 79).

## **Оценивание**

Существует несколько проблем эконометрического оценивания предлагаемой модели. Во-первых, влияние инфраструктуры, которая относится к общественным благам, распространяется в различной мере на сектора экономики. Чтобы учесть данный факт, оценивание может быть выполнено для производственных функций, отражающих результаты экономики разного охвата, например, для валового регионального продукта или для промышленности. Во-вторых, матрица пространственных весов задается экзогенно и определяет структуру пространственных связей, которая неизвестна. В третьих, существует проблема эндогенности, отсутствие прогресса в развитии инфраструктуры может снижать темпы экономического развития, который в свою очередь формирует спрос на инфраструктурный капитал. Эндогенность выдвигает вопрос об инструментальных переменных, один из рекомендованных вариантов состоит в использовании лаговых значений переменных.

Использованный для оценивания подход состоял в оценке регрессионных моделей, в которых применяются различные определения матрицы пространственных весов (матрица соседства или расстояний) и определения зависимой переменной (валовой региональный продукт или продукция промышленности).

## **Результаты оценок и выводы**

Тесты на наличие пространственных корреляций переменных валового регионального продукта на душу населения и производительности труда в про-

мышленности с использованием двух матриц пространственных весов отвергли гипотезу отсутствия пространственных зависимостей для матрицы соседства, для матрицы расстояний гипотеза принимается. В связи с этим в дальнейшем использовалась бинарная матрица пространственных весов, отражающая общие границы.

**Таблица 1.** Бинарная матрица соседства, статистика Морана (I)

Годы	Валовой региональный продукт				Продукция промышленности			
	I	E(I)	z	p-value	I	E(I)	z	p-value
1995	0,152	-0,013	2,763	0,003	0,251	-0,013	4,163	0,000
1996	0,422	-0,013	6,427	0,000	-	-	-	-
1997	0,432	-0,013	6,521	0,000	0,278	-0,013	4,647	0,000
1998	0,408	-0,013	6,107	0,000	0,286	-0,013	4,537	0,000
1999	0,333	-0,013	4,983	0,000	0,281	-0,013	4,398	0,000
2000	0,162	-0,013	2,639	0,004	0,275	-0,013	4,327	0,000
2001	0,175	-0,013	2,833	0,002	0,267	-0,013	4,116	0,000
2002	0,154	-0,013	2,523	0,006	0,255	-0,013	3,954	0,000
2003	0,138	-0,013	2,284	0,011	0,218	-0,013	3,431	0,000
2004	0,133	-0,013	2,243	0,012	0,180	-0,013	2,952	0,002
2005	0,133	-0,013	2,284	0,011	0,263	-0,013	4,630	0,000
2006	0,147	-0,013	2,478	0,007	0,255	-0,013	4,445	0,000
2007	-	-	-	-	0,192	-0,013	3,126	0,001

**Таблица 2.** Матрица расстояний, статистика Морана (I)

Годы	Валовой региональный продукт				Продукция промышленности			
	I	E(I)	z	p-value	I	E(I)	z	p-value
1995	0,183	-0,013	1,000	0,159	0,281	-0,013	1,413	0,079
1996	0,312	-0,013	1,475	0,070	-	-	-	-
1997	0,217	-0,013	1,032	0,151	0,373	-0,013	1,890	0,029
1998	0,249	-0,013	1,161	0,123	0,229	-0,013	1,119	0,132

Годы	Валовой региональный продукт				Продукция промышленности			
	I	E(I)	z	p-value	I	E(I)	z	p-value
1999	0,202	-0,013	0,940	0,174	0,158	-0,013	0,777	0,218
2000	0,101	-0,013	0,520	0,302	0,109	-0,013	0,556	0,289
2001	0,129	-0,013	0,655	0,256	0,187	-0,013	0,888	0,187
2002	0,180	-0,013	0,902	0,184	0,232	-0,013	1,097	0,136
2003	0,184	-0,013	0,926	0,177	0,242	-0,013	1,147	0,126
2004	0,162	-0,013	0,818	0,207	0,225	-0,013	1,103	0,135
2005	0,178	-0,013	0,904	0,183	0,245	-0,013	1,306	0,096
2006	0,232	-0,013	1,155	0,124	0,233	-0,013	1,231	0,109
2007	-	-	-	-	0,295	-0,013	1,420	0,078

Полученные результаты оценивания (табл. 3) показали положительную статистически значимую зависимость инфраструктуры связи с экономическим результатом, она подтверждена как для ВРП, так и для промышленного производства. Для транспортной инфраструктуры значимых зависимостей не выявлено. Тестирование второй гипотезы анализа зафиксировало значимые пространственные внешние эффекты только для сети Интернета.

**Таблица 3.** Характеристики наличия транспортной инфраструктуры

Переменная	ВРП на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	P-value	коэффициент	P-value
Фондовооруженность	<b>0,686</b>	<b>0,000</b>	<b>0,476</b>	<b>0,000</b>
Обеспеченность автодорогами	0,009	0,867	0,041	0,592
Обеспеченность железными дорогами	-0,066	0,725	-0,162	0,392
Число терминалов сотовой связи на душу населения	<b>0,087</b>	<b>0,000</b>	<b>0,082</b>	<b>0,000</b>
Число компьютеров с доступом к сети Интернет на душу населения	<b>0,126</b>	<b>0,000</b>	<b>0,240</b>	<b>0,000</b>

Переменная	ВРП на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	P-value	коэффициент	P-value
Пространственные экстерналии:				
автодорог	0,038	0,071	-0,053	0,104
железных дорог	-0,058	0,489	-0,117	0,166
сотовой связи	0,006	0,098	0,004	0,440
сети Интернет	0,008	0,518	<b>0,040</b>	<b>0,010</b>

Из полученных оценок можно сделать следующие заключения: во-первых, физические характеристики транспортной инфраструктуры не влияют на рост производства в регионах России, что поднимает вопрос о процедурах и обоснованности инвестиционных решений, а также о качестве объектов и уровне менеджмента. Оценки модели, где вместо наличия дорог фигурировали характеристики их использования, показали положительную статистически значимую связь (табл. 4). Во-вторых, незначимость пространственных экстерналий инфраструктурных элементов говорит о том, что принятие решений о развитии инфраструктуры и соответствующие финансовые ресурсы могут быть делегированы от центрального субфедеральному уровню власти, в настоящее же время наблюдается противоположная тенденция.

**Таблица 4.**

Характеристики использования транспортной инфраструктуры

Переменная	ВРП на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	P-value	коэффициент	P-value
Фондовооруженность	<b>0,701</b>	<b>0,000</b>	<b>0,524</b>	<b>0,000</b>
Грузооборот автомобильного транспорта	<b>0,081</b>	<b>0,001</b>	<b>0,081</b>	<b>0,045</b>
Отправление грузов железнодорожным транспортом	<b>0,175</b>	<b>0,012</b>	<b>0,204</b>	<b>0,040</b>
Число терминалов сотовой связи на душу населения	<b>0,077</b>	<b>0,000</b>	<b>0,072</b>	<b>0,001</b>
Число компьютеров с доступом к сети Интернет на душу населения	<b>0,144</b>	<b>0,000</b>	<b>0,249</b>	<b>0,000</b>

Переменная	ВВП на душу населения		Производительность труда в промышленности	
	коэффициент	P-value	коэффициент	P-value
Пространственные экстерналии:				
автодорог	0,015	0,203	-0,02	0,900
железных дорог	0,020	0,574	0,025	0,602
сотовой связи	0,003	0,534	0,002	0,794
сети Интернет	0,014	0,193	0,023	0,112

## Литература

Aushauer D. Is Public Expenditure Productive? // Journal of Money, Credit and Banking. 1989. 23. P. 177–200.

Canning D., Pedroni P. The Effect of Infrastructure on Long Run Economic Growth. Unpublished. 2004.

Cohen J., Monaco K. Ports and Highways Infrastructure. An Analysis of Intra- and Interstate Spillovers // International Regional Science Review. 2008. 31. P. 257–274.

Holtz-Eakin H., Lovely M.E. Scale Economies, Returns to Variety, and the Productivity of Public Infrastructure // Regional Science and Urban Economics. 1996. 26. P. 105–123.

Fernald J. Roads to Prosperity? Assessing the Link Between Public Capital and Productivity // American Economic Review. 1999. 89. P. 619–638.

Martin P., Rogers C.A. Industrial Location and Public Infrastructure // Journal of International Economics. 1995. 39. P. 335–351.

Moreno R, Lopez-Bazo E. Returns to Local and Transport Infrastructure under Regional Spillovers // International Regional Science Review. 2007. 30. P. 47–71.

Morrison C.J., Schwartz A.E. State Infrastructure and Productive Performance // American Economic Review. 1996. 86. P. 1095–1111.

Norton S. Transaction Costs, Telecommunications and the Microeconomics of Macroeconomic Growth // Economic Development and Cultural Change. 1992. 40. P. 175–196.

Nadiri I., Mamuneas T. The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries // The Review of Economics and Statistics. 1994. LXXVI. P. 189–198.

Owyong D.T., Thangavelu S.M. An Empirical Study on Public Capital Spillovers from the USA to Canada // *Applied Economics*. 2001. 33. P. 1493–1499.

Rietveld P. Infrastructure and Spatial Economic Development // *Annals of Regional Science*. 1995. 29. P. 117–119.

Staub S., Vellutini C., Warlters M. Infrastructure and Economic Growth in East Asia: The World Bank Policy Research Working Paper 4589. 2008.