

Моделирование взаимного влияния уровня развития инфраструктуры и экономической динамики.

О важности проблемы.

В современных экономических условиях требуется определить приоритетные направления инвестирования средств, найти возможные «точки роста» экономики. Одной из таких «точек роста» может стать инфраструктура.

Цели исследования:

- ✓ Определить влияние уровня развития инфраструктуры на экономику в целом, т.е. на уровень выпуска, темпы экономического роста, а также возможно на уровень и качество жизни населения и пр. показатели;
- ✓ Исходя из этого сделать вывод относительно целесообразности инвестиций в развитие инфраструктуры в российских условиях

Задачи исследования:

- ✓ Чётко определить предмет исследования
- ✓ Обобщить отечественный и мировой опыт моделирования влияния инфраструктурного сектора на экономику, описанный в литературе;
- ✓ Выбрать наиболее подходящие модели, попытаться по возможности усовершенствовать имеющиеся
- ✓ На основе теоретических моделей обосновать определённый вид зависимости для последующего эконометрического исследования
- ✓ Выделить из всей имеющейся статистики подходящие для нашего исследования показатели, наиболее полно описывающие объект исследования, построить соответствующий массив данных
- ✓ Количественно оценить влияние уровня развития инфраструктурных отраслей в субъектах Российской Федерации на экономику региона в целом с помощью

Задача 1. Что мы исследуем?

Что такое инфраструктура и какими показателями она характеризуется?

Инфраструктура - комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур, составляющих и/или обеспечивающих основу для решения проблемы (задачи).

Также инфраструктура определяется комплекс отраслей национальной экономики, обеспечивающий общие условия функционирования экономики: дороги, связь, транспорт, образование и т.п. При этом различают производственную и социальную инфраструктуры.

В России не сложилось целостного статистического определения инфраструктуры [10]. Росстат не даёт определения инфраструктуры или инфраструктурных отраслей [11].

В США: public works – «общественные службы и сооружения». Этим понятием охватываются: автомобильные дороги, аэропорты, водный транспорт, водоснабжение и канализация, удаление твердых отходов и общественный транспорт. [10] Также существует понятие Core infrastructure (базовая инфраструктура – *пер. мой*) – уличная и дорожная инфраструктура, аэропорты, электро- и газоснабжение, общественный транспорт, водоснабжение и канализация и т.д. [2].

Задача 2. Обобщение теоретических исследований в изучаемой области.

- **в иностранных источниках** –
доминирующий подход - моделирование влияния госинвестиций в инфраструктуру/запаса инфраструктурного капитала на выпуск/экономический рост с помощью агрегированной производственной функции с последующей эконометрической верификацией,
кроме того, встречается эконометрический анализ без предварительных теоретических построений.
- **в российских источниках** (в основном) оценивание на основе моделей межотраслевого баланса (в основном оценивается влияние на экономику в целом транспорта и энергетики)

Подход к исследованию вопроса на основе агрегированных производственных функций и основные его проблемы.

При едином теоретическом подходе к проблеме используются различные типы данных:

1. вид наблюдений:
 - пространственная выборка (cross-section data)
 - временные ряды (time series data)
 - панельные данные (panel data)
2. охват данных:
 - межстрановое сопоставление
 - страна в целом (макропоказатели)
 - данные на региональном и муниципальном уровне
 - отраслевые данные
3. вид измерителя инфраструктуры:
 - натуральные измерители
 - денежные измерители
 - *запас капитала*
 - *объём инвестиций*

Основные работы в данном направлении.

Автор(ы), дата публикации	Тип данных	Измеритель инфр-ры	Охват данных	Метод оценивания
1. D.A.Aschauer (1987)	временные ряды	денежный (запас капитала)	страна в целом	МНК, двухшаговый МНК
2. W.Esterly, S.Rebelo (1993)	пространственная (2 набл. для каждой страны)	денежный (объём госинвестиций)	межстрановое сопоставление	МНК
3.D. Holtz-Eakin (1994)	панельные данные	денежный (запас капитала)	региональный уровень	учёт специфики панельных данных, МНК
4.T. Garcia-Milà, T. J. McGuire, Robert H. Porter (1996)	панельные данные	денежный (запас капитала)	региональный уровень	учёт специфики панельных данных, МНК
5. J.G.Fernald (1999)	временные ряды	денежный (запас капитала)	отдельные отрасли	МНК
6. D.A.Aschauer (2000)	панельные данные	денежный (запас капитала)	регионы	учёт специфики панельных данных, МНК
7. A.Mitra, A.Varoudakis, M.-A.Veganzones-Varoudakis (2002)	панельные данные	натуральные измерители	межстрановое сопоставление	учёт специфики панельных данных, МНК
8. C.Calderon, A.Chong (2004)	панельные данные	денежный (запас капитала)	региональный/ муниципальный уровень	МНК (специфика панельных данных не учитывается)
9. J. Berechman, D. Ozmen, K. Ozbay (2006)	панельные данные	денежный (запас капитала)	региональный/ муниципальный уровень	учёт специфики панельных данных, МНК

Статья, после которой последовал всплеск интереса к изучению влияния инфраструктуры на экономику в англоязычной литературе: Is public expenditure productive? D.Aschauer, Journal of Monetary Economics 23 (1989) 177-200. North-Holland; [1].

Оценка влияния госкапитала на общую производительность факторов производства. (D.Aschauer, [1]) Предполагается, что *производство можно описать следующей АПФ*:

$$Y_t = A_t \cdot f(N_t, K_t, G_t) \quad (1)$$

где Y_t – реальный выпуск товаров и услуг частного сектора, N – совокупная занятость, K – запас капитала, A – мера продуктивности нейтрального по Хиксу технологического прогресса. Переменная G отражает объём услуг государственного сектора, который предполагается пропорциональным запасу гос. капитала в стране.

ПФ Кобба-Дугласа (в логарифмической форме): $y_t = a_t + e_N * n_t + e_K * k_t + e_G * g_t$ (2)

(далее строчными буквами обозначаются логарифмы соответствующих переменных, e_i – эластичности выпуска по соответствующим факторам)

Также предполагаются:

- совершенная конкуренция

- свободный (бесплатный и неограниченный) доступ к услугам госсектора

- *возрастающая отдача от масштаба* (постоянная отдача от частного сектора и возрастающая от государственного, т.е. $e_N + e_K = 1$ и $e_N + e_K + e_G > 1$) (3)

- конкурентные рынки благ и факторов производства

Тогда производительность частного капитала будет иметь вид:

$$y_t - k_t = a_t + e_N * (n_t - k_t) + e_G * g_t \quad (4)$$

Общая производительность факторов (он же остаток Солоу) (total factor productivity, TFP):

$$p_t = y_t - s_N * n_t - s_K * k_t = a_t + e_G * g_t \quad (\text{где } s_i - \text{доля факторов в доходе}) \quad (5)$$

Если учитывать снижение производительности при увеличении загруженности, можно предположить *постоянную отдачу от масштаба* уже по ВСЕМ факторам, т.е. $e_N + e_K + e_G = 1$,

(6) тогда производительность частного капитала:

$$y_t - k_t = a_t + e_N * (n_t - k_t) + e_G * (g_t - k_t) \quad (7)$$

автором предполагается, что доля факторного дохода в общем доходе пропорциональна

эластичности выпуска: $s_i = \theta * e_i$ (8),

и тогда общая производительность факторов имеет следующий вид:

$$p_t = a_t + e_G * (g_t - i_t), \quad \text{где } i_t = s_K * k_t + s_N * n_t \quad (9)$$

В качестве измерителя инфраструктуры берется общий запас государственного капитала (за исключением капитала военного назначения)

Результаты оценивания, проведённого автором:

Данные по США за период 1949-1985 гг. (годовые данные). Оцениваются уравнения:

$$y_t - k_t = a_0 + a_1 * t + a_2 * (n_t - k_t) + a_3 * (g_t - k_t) + a_4 * cu_t + u_t \quad (10)$$

$$p_t = b_0 + b_1 * t + b_2 * (g_t - i_t) + b_3 * cu_t + e_t, \quad (11)$$

где cu – коэффициент загрузки мощностей, введённый для учёта циклических факторов.

Оценивание методом наименьших квадратов (МНК) дало следующий результат:

$$y_t - k_t = -2,42 + 0,08 * t + 0,35 * (n_t - k_t) + 0,39 * (g_t - k_t) + 0,43 * cu_t$$

$$(R^2 = 0,976, DW = 1,79)$$

$$p_t = -1,53 + 0,009 * t + 0,39 * (g_t - i_t) + 0,41 * ci_t$$

$$(R^2 = 0,998, DW = 1,79)$$

Оценка коэффициентов уравнения (1) дала значение 0,39 (т.е., росту государственного капитала на 1% соответствует рост общей производительности на 0,39%), в то время, как для отношения труд/частный капитал коэффициент составляет 0,35. Расчеты для показателей потока дают схожие коэффициенты.

Проблемы эконометрического подхода:

- проблема причинно-следственной связи: инфраструктура определяет рост, или рост определяет инфраструктуру
- проблема определения объясняющих переменных (что именно включать в инфраструктуру. Кроме того, инфраструктура достаточно разнородна.
- очень сложно выделить влияние инфраструктурных факторов на фоне прочих детерминант роста и выпуска; при моделировании - проблема пропущенных переменных (слишком много факторов влияющих на макроэкономические показатели не находят отражения в модели при таком подходе; самый яркий пример - цены на энергоносители);
- противоречия с экономической теорией (эконометрическая оценка для США в [1] даёт значение эластичности выпуска по гос. капиталу 0,38-0,56, что соответствует норме доходности >100% в год);
- проблема наличия тренда во временных рядах (рост показателей как экономики в целом, так показателей уровня развития инфраструктуры); взятие разности серьёзно затрудняет получение значимых оценок

Обзор исследований по теме: S.Straub. Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro Level Literature. (2008)

В работе представлен обзор 30 эмпирических работ (1989 – 2006 гг.), в которых реализовано 80 различных спецификаций данного типа моделей, где в число объясняющих переменных входят инфраструктурные показатели, а объясняемых – уровень выпуска, темп экономического роста, уровень производительности и т.п.

20 исследований используют панельные данные, при этом оценка специфичных факторов для страны (фиксированные эффекты) используются 14 из них.

Теоретической основой более чем в половине работ являются модели агрегированных производственных функций, в остальных случаях – межстрановые регрессии, регрессионный анализ экономического роста.

В качестве объясняемых переменных используются:

выпуск, рост выпуска, производительность

В качестве объясняющих переменных инфраструктуры денежные и натуральные измерители используются в половине случаев.

Оценка влияния инфраструктурных отраслей с помощью моделей межотраслевого баланса.

В рамках подхода исследователями предлагается метод оценки эффективности экзогенно сформированных вариантов развития инфраструктуры. Построение моделей и **выполнение расчётов** с помощью подобных методов **представляется затруднительным**.

«Оценка народнохозяйственного эффекта модернизации и развития сети автомобильных дорог России». (авторы Э.И.Позамантир, Т.И.Тищенко) [9].

влияния модернизации дорог на экономику:

- эффекты непосредственно в дорожной отрасли
- эффект в автомобильном транспорте,
- эффект в отраслях, потребляющих услуги автомобильного транспорта
- эффект в отраслях, поставляющих свою продукцию автотранспортному хозяйству
- эффект в отраслях, поставляющих свою продукцию автотранспорту.

Также оценивается эффект, возникающий в сфере конечного использования всех видов продукции, порождаемый:

- повышением скорости автомобильного транспорта.
- снижением тарифов

вложения в дорожное хозяйство => улучшение состояния сети автомобильных дорог => изменение элементов матрицы коэффициентов прямых затрат (*характер зависимости предлагается авторами метода*) => изменение объемов перевозок и тарифов в отрасли автомобильного транспорта (*при уменьшении издержек автомобильного транспорта на перевозку продукции возникнет возможность снижения перевозочных тарифов, которая в свою очередь приведёт к снижению себестоимости производства товаров и услуг в целом*).

В результате произведённых расчетов, авторы делают вывод, что суммарный эффект достигается за счет факторов:

- снижения торгово-посреднической наценки (примерно 50% всего эффекта);
- повышения урожайности сельхозпродукции (20%);
- сокращения потерь сельхозпродукции в процессе ее перевозки автотранспортом (15%);
- снижения себестоимости автотранспортных перевозок (15%).

Задача 4. Выбор наиболее подходящей модели.

Дальнейшее исследование будет вестись с использованием моделей производственных функций, т.к. использование моделей межотраслевого баланса не представляется возможным.

Задача 5. Количественная оценка взаимосвязи инфраструктуры и экономики в целом на примере регионов Российской Федерации.

В качестве объекта исследования рассмотрим *российскую экономику* на *региональном* уровне.

Инфраструктуру будем понимать широко, включая в неё **отрасли**:

- транспорт
- связь
- производство электроэнергии, газа и воды

Для отражения инфраструктуры были взяты показатели в *денежном измерении*.

Выбор данных для исследования:

1. Российский статистический ежегодник. 2009, а также издания предыдущих лет начиная с 2003 г.
2. Национальные счета России в 2000-2007 годах.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. а также издания предыдущих лет начиная с 2001.
4. Транспорт в России. 2009. (выходит каждые 2 года, кроме указанного используются издания 2003, 2005 и 2007 годов).

Индексы-дефляторы для приведения показателей к сопоставимым ценам:

Сценарные условия функционирования экономики Российской Федерации, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на 2009 год и плановый период 2010 и 2011 годов.

Для анализа были выбраны следующие показатели:

- Валовой региональный продукт (ВРП)
- Численность занятых в экономике по регионам России
- Основные фонды в субъектах Российской Федерации по остаточной стоимости по отраслям

При этом были выделены:

- Основные фонды в отраслях «транспорт и связь»
- Основные фонды в отрасли «производство и распределение электроэнергии, газа и воды»
- Все прочие основные фонды

Спецификации эконометрических уравнений, оцениваемых эмпирически и используемые при этом данные:

(1) "Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle", Holtz-Eakin D., 1994 (48 штатов, 1969-1986) The Review of Economics and Statistics, Vol. 76, No. 1 (Feb., 1994), pp. 12-21

(2) "The Effect of Public Capital in State-Level Production Functions Reconsidered", Garcià-Milla, McGuire T.J. and R. Porter., 1996 The Review of Economics and Statistics, Vol. 78, No. 1 (Feb., 1996), pp. 177-180

(во втором исследовании та же спецификация, но с разделением инфраструктуры на дороги, водоснабжение и канализацию и прочую инфраструктуру)

оцениваемое уравнение: $q_{st} = \beta_0 + \beta_1 k_{st} + \beta_2 l_{st} + \beta_3 g_{st} + \varepsilon_{st}$

спецификация ошибки: $\varepsilon_{st} = f_s + \gamma_t + \mu_{st}$

где q_{st} – логарифм выпуска (в исследовании используется ВРП)

k_{st} – логарифм частного капитала

l_{st} – логарифм затрат труда (используется показатель численности занятых)

g_{st} – логарифм государственного капитала

также используется уравнение в приростах: $\Delta q_{st} = \beta_0 + \beta_1 \Delta k_{st} + \beta_2 \Delta l_{st} + \beta_3 \Delta g_{st} + \varepsilon_{st}$

и дополнительные ограничения:

постоянная отдача от масштаба по первым двум факторам $\beta_1 + \beta_2 = 1$:

$$(q_{st} - l_{st}) = \beta_0 + \beta_1 (k_{st} - l_{st}) + \beta_3 g_{st} + \varepsilon_{st}$$

постоянная отдача от масштаба по всем факторам: $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$

$$(q_{st} - l_{st}) = \beta_0 + \beta_1 (k_{st} - l_{st}) + \beta_3 (g_{st} - l_{st}) + \varepsilon_{st}$$

Анализ панельных данных осуществлялся на временном промежутке с 2005 по 2007 год по 79 субъектам РФ (показатели автономных округов рассматривались в составе соответствующих субъектов и отдельно не рассматривались, была исключена Чеченская Республика)

Получены следующие показатели эластичностей:

(в скобках указаны соответствующие t-статистики)

	β_0	K_{transp_tel}	K_{energ}	K_{other}	L	R^2
1	-1,09(-5,06)	0,05(1,23)	0,08(3,27)	0,91(21,87)	0,05(1,23)	0,97
2	-1,36(-6,03)	0,03(1,34)	-	0,98(24,48)	0,08(1,83)	0,97
3	-0,78(-2,81)	-	0,09(2,80)	0,82(15,96)	0,18(3,95)	0,95

Текущая задача:

оценить совокупную производительность факторов (TFP) по регионам России.

OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry -Level and Aggregate Productivity Growth. Paris: OECD, 2001.

После этого: оценка влияния уровня развития инфраструктуры на региональном уровне (панельные данные). (A.Mitra, A.Varoudakis, M.-A.Veganzones-Varoudakis)

На основе натуральных показателей уровня развития инфраструктуры методом главных компонент строится агрегированный показатель уровня развития инфраструктуры (далее – *Infra1*), который и включается в регрессию (решается проблема мультиколлинеарности среди инфраструктурных показателей) Оценивается модель вида (учитывается специфика панельных данных):

$$\ln(Y_{i,t}) = \alpha \ln(K_{i,t}) + \beta \ln(L_{i,t}) + \gamma_i T_i + \eta_t + \delta_i + u_{i,t}$$

Y – валовый региональный продукт, K, L – затраты труда и капитала, T_i – временной тренд для i -го штата, α, β – параметры, одинаковые для всех регионов, η – специфический фактор для момента времени, δ – специфический фактор для каждого штата, u – случайная ошибка.

После оценивания α, β (равны от 0,03 до 0,52 и от 0,25 до 1,36 для капитала и труда соответственно)

Общая производительность факторов рассчитывается авторами следующим образом:

$$\ln(TFP_{i,t}) = \ln(Y_{i,t}) - \alpha \ln(K_{i,t}) - \beta \ln(L_{i,t})$$

Уравнение имеет вид:

$$\ln(TFP_{i,t}) - \ln(TFP_{i,t-1}) = \alpha_i - \beta \ln(TFP_{i,t-1}) + \gamma \cdot \text{Infra1}_{i,t-1} + \eta_t + u_{i,t}$$

Дальнейшие направления исследований:

1. Расширение панели данных во времени
2. Разбиение регионов на кластеры с выделением типичных групп регионов с точки зрения роли и развития инфраструктуры
3. учесть «выбросы» в региональных данных
4. Отдельный учёт нефтегазового сектора и соответственно трубопроводного транспорта, оказывающих значительное влияние на вариацию показателей (проблема – Росстат не публикует региональные данные по основным фондам в разрезе видов транспорта, и трубопроводный выделить нельзя)

Литература.

- [1]. Is public expenditure productive? David Alan Aschauer, Journal of Monetary Economics 23 (1989) 177-200. North-Holland;
- [2]. Infrastructure Investment: A Review Essay Author(s): Edward M. Gramlich Source: Journal of Economic Literature, Vol. 32, No. 3 (Sep., 1994), pp. 1176-1196 Published by: American Economic Association;
- [3]. Roads to Prosperity? Assessing the Link between Public Capital and Productivity Author(s): John G. Fernald Source: The American Economic Review, Vol. 89, No. 3 (Jun., 1999);
- [4]. Productivity and Technical Efficiency in Indian States' Manufacturing: The Role of Infrastructure Author(s): Arup Mitra, Aristomene Varoudakis, Marie-Ange Veganzones-Varoudakis Source: Economic Development and Cultural Change, Vol. 50, No. 2 (Jan., 2002), pp. 395-426
- [5] Infrastructure, Specialization, and Economic Growth Author(s): Spiros Bougheas, Panicos O. Demetriades, Theofanis P. Mamuneas Source: The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economie, Vol. 33, No. 2 (May, 2000), pp. 506-522;
- [6] Volume and quality of infrastructure and the distribution of income: an empirical investigation. C.Calderon, A.Chong. Review of Income and Wealth Series 50, Number 1, March 2004;
- [7] Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels. Joseph Berechman, Dilruba Ozmen, Kaan Ozbay Transportation (2006) 33:537-551;
- [8] Проблемы конкурентоспособности национальной транспортной системы. В.Н. Филина «Проблемы прогнозирования», №3, 2008.
- [9] Оценка народнохозяйственного эффекта модернизации и развития сети автомобильных дорог России. Э.И.Позамантир, Т.И.Тищенко, «Экономика и математические методы», 2005, том 41, № 1.
- [10] Региональная инфраструктура как условие экономического роста. О.С. Пчелинцев, М.М. Минченко, «Проблемы прогнозирования», №6, 2004.
- [11] <http://www.gks.ru>
- [12] Прикладное прогнозирование национальной экономики. под ред. В.В. Ивантера, М., Экономисть, 2007 г.
- [13] Fiscal policy and economic growth. An empirical investigation. William Easterly, Sergio Rebelo, Journal of Monetary Economics 32 (1993) 417-458.
- [14] Causality Between Public Investment in Traansport and Communication and Economic Growth. N.Bose, M.E.Haque Research Paper 2005/10 The University of Nottingham.
- [15] Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro Level Literature Stéphane Straub The World Bank Policy Research Working Paper April 2008
- [16] Российский статистический ежегодник. 2009: Стат.сб./Росстат. -М., 2009. – 795 с.
- [17] Национальные счета России в 2000-2007 годах: Стат. сб./ Росстат. - М., 2008. – 213 с.
- [18] Регионы России. Социально-экономические показатели.2009: Стат.сб./Росстат.– М.,2009.– 990 с.
- [19] Транспорт в России. 2009: Стат.сб./ Росстат.- М., 2009. - 215 с.
- [20] <http://www.economy.gov.ru/minec/press/doc1210859692938>
- [21] Методологические положения по статистике. Выпуски 1,2,3,4,5.
- [22] Бессонов В.А. О динамике совокупной факторной производительности в Российской Федерации// Экономический журнал ВШЭ, № 4, 2005

[23] OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry -Level and Aggregate Productivity Growth. Paris: OECD, 2001.