УДК 332.14+330.43

Регион: экономика и социология, 2017, № 1 (93), с. 78–100

М.А. Канева, Г.А. Унтура

ВЗАИМОСВЯЗЬ НИОКР, ПЕРЕТОКОВ ЗНАНИЙ И ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ РОССИИ

В статье исследованы взаимосвязи между научно-исследовательской работой, инновационной деятельностью и экономическим ростом в регионах России. Для анализа взаимосвязей применен аппарат эконометрического моделирования. На основе данных за 2005–2013 гг. построены панельная регрессия с фиксированными эффектами и модель Ареллано – Бонда. Протестированы гипотезы о значимом влиянии знаний и социально-экономических условий на региональный рост, при этом для анализа перетоков знаний использованы затраты на НИОКР и затраты на технологические инновации, а перетоки социально-экономических условий смоделированы на основе социально-экономического фильтра. Результаты расчетов указали на возможную конкуренцию за трудовые ресурсы в промышленности в том случае, если этот индикатор был включен в социально-экономический фильтр. Расчеты также подтвердили значимость влияния затрат на технологические инновации и перетоков затрат на экономический рост регионов. При этом знания более эффективно распространялись в регионы с высокой абсорбционной способностью, а также между регионами со схожими темпами роста. Сделан вывод о способности перетоков знаний оказывать значимое влияние на прирост ВРП. Результаты исследования могут быть использованы правительствами регионов при формировании инновационной политики.

Ключевые слова: экономический рост; ВРП; НИОКР; регион; перетоки знаний; технологические инновации; динамическое моделирование

Инновационная деятельность в современной России осуществляется в условиях смены технологических приоритетов и экономической конъюнктуры, в условиях политических рисков, а также сопровождается ограничениями ресурсов и мобильностью кадров, перемещающихся между регионами. Однако влияние перетоков знаний на экономический рост в региональном контексте сегодня у нас остается недостаточно изученным [3].

За рубежом инновационные процессы в региональном контексте изучались в русле основных теорий инноваций: неоклассической теории (линейная модель инноваций) [15], системного подхода к инновационному развитию [5; 7; 18], а также теории пространственного размещения участников инновационной деятельности и теории диффузии инноваций и перетока знаний (knowledge spillover), в том числе между регионами [6; 14].

В рамках теории диффузии инноваций и перетока знаний П. Ромер [21], Дж. Гроссман и Э. Хелпман [12], используя модельный аппарат, показали, что перетоки знаний оказывают значимое влияние на экономический рост. В 1992 г. Э. Глэзер с соавторами [11] впервые отметили, что существует связь между расстоянием и способностью неявных знаний (новых идей, опыта, компетенций) к распространению. Пространственные перетоки и инновационная активность в европейских регионах были рассмотрены в работе [17]. Результаты аналогичных исследований в США представлены в работе [25]. В рамках школы новой экономической географии на примере ЕС были определены расстояния, на которые могут распространяться неявные знания [8; 19], а в работе [20] было показано, что перетоки знаний играют значимую роль в инновационном развитии штатов Мексики.

Мы попытаемся в рамках эконометрической модели учесть основные зарубежные теории, перечисленные выше, включив в модель, измеряющую рост валового регионального продукта административно-территориальных единиц России, матрицу расстояний и индекс перетока знаний. Целью нашего исследования является анализ влияния НИОКР на экономический рост российских регионов, основным методом – эконометрическое моделирование. Настоящее исследование продолжает цикл работ по моделированию взаимосвязи между

научно-исследовательской, инновационной деятельностью и экономическим ростом в регионах России[1], в которых зависимой переменной является ВРП. Новизна данной работы состоит в отборе факторов инновационного развития, в формулировке гипотез об их влиянии на экономический рост, в оригинальности построения социального фильтра с учетом специфики России, а также в использовании современного модельного инструментария – обобщенного метода моментов и модели Ареллано – Бонда.

БАЗОВАЯ ФОРМУЛИРОВКА МОДЕЛИ ЭНДОГЕННОГО РОСТА

Теоретическим положением, на котором базируется наша модель, является идея Й. Шумпетера о том, что деятельность по созданию, производству и продаже принципиально новых товаров и услуг (инноваций) является эндогенным фактором, объясняющим рост экономики [23]. На этом же предположении основаны уже ставшие классическими модели Я. Фагерберга [10] и П. Ромера [21]. Формулировка модели соответствует традиционным моделям догоняющего эндогенного роста (catch-up growth model) [10], в которых возможна проверка гипотезы о догоняющем развитии (конвергенции) регионов.

Формулировка модели задается уравнением

$$growth_{i,t} = \alpha + \beta_1 \log(y_{i,t-1}) + \beta_2 R\&D_{i,t} + \beta_3 SocFilter_{i,t} + \\ + \beta_4 Spill_{i,t} + \beta_5 ExtSocFilter_{i,t} + \beta_6 ExtGDPpc_{i,t} + \varepsilon_{i,t}. \quad (1)$$

Зависимой переменной (*growth*) модели является темп прироста валового регионального продукта на душу населения (в процентах).

Независимые переменные (*i* – индекс региона; *t* – период времени):

$\log(y_{i,t-1})$ – натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом в 1 год (т.е. сдвигом назад во времени на один период). Лаг для

[1] См.: *Kaneva M.A., Untura G.A.* Diagnostics of innovative development of Siberia // Regional Research of Russia. – 2014. – No. 4 (2). – P. 105–114; *Kaneva M., Untura G.* Innovation indicators and regional growth in Russia // Economic Change and Restructuring. – 2016. – URL: http://link.springer.com/ article/10.1007/s10644-016- 9184-z .

этой переменной позволяет проверить гипотезу о *конвергенции*, когда экономика отстающих регионов растет более высокими темпами;

$R\&D_{i,t}$ – затраты на НИОКР как процент от ВРП;

$SocFilter_{i,t}$ – индекс социально-экономических условий в каждом регионе;

$Spill_{i,t}$ – переток затрат на технологические инновации между регионами РФ;

$ExtSocFilter_{i,t}$ – влияние социально-экономических условий всех остальных регионов на данный регион, или переток социально-экономических условий;

$ExtGDPpc_{i,t}$ – влияние ВРП соседних регионов на экономический рост данного региона, или переток ВРП на душу населения;

$\varepsilon_{i,t}$ – случайная ошибка модели.

Формулировка переменных «социальный фильтр» и «переток знаний». Переменная «социальный фильтр» (*SocFilter*) представляет собой индекс, основанный на наборе переменных, определяющих социально-экономические условия региона. Первоначально в набор переменных входило пять индикаторов:

1) занятые в НИОКР (*rd_l*), % от общего числа занятых;

2) доля населения, занятого в сельском хозяйстве региона, в общем занятом населении (*agri_l_n*), %;

3) доля населения в возрасте до 30 лет, занятого в экономике региона (*young*), % от общего числа занятых;

4) уровень безработицы в регионе (*unemp*), %;

5) население с высшим образованием (с учетом поствузовского образования за 2009–2013 гг.) (*high_ed*), % от занятых в экономике региона.

Индекс социального фильтра был основан на факторном анализе перечисленных выше пяти индикаторов, и он соответствует первому фактору, выделенному в ходе факторного анализа[2]. Первый фактор объяснял 46% общей вариации. Индикатор «доля населения в возрас-

[2] Были выполнены следующие условия факторного анализа: количество наблюдений превышает 300; коэффициент общности больше 0,5; во избежание мультколлинеарности из анализа исключены переменные, корреляция которых с другими

Таблица 1

Коэффициенты индикаторов для первого фактора (component score coefficient matrix) переменных *SocFilter* и *SocFilterIn*

Коэффициент	SocFilter	SocFilterIn
unemp	0,165	–0,555
high_ed	0,581	–
rd_l	0,450	0,214
agri_l_n	–0,263	–
young	–	0,210
indust	–	0,552

те до 30 лет, занятого в экономике региона, как процент от всех занятых» был исключен из факторного анализа (табл. 1), поскольку коэффициент общности для него был ниже 0,5.

Вариант 2 переменной «социальный фильтр» (*SocFilterIn*) включал новую переменную *indust* (процент занятых в промышленности от общего числа занятых) вместо переменной *agri_l_n*. Первый фактор в альтернативном расчете объяснял 41% общей вариации. В таблице 1 представлены веса переменных, входящих в состав социального фильтра, вычисленные на основе метода главных компонент по двум вариантам.

Переменные перетоков были определены следующим образом.

Spill. Предполагается, что экономика регионов, расположенных близко к другим регионам с высокими затратами на НИОКР, будет расти быстрее, нежели экономика тех, рядом с которыми нет регионов, интенсивных по НИОКР [2].

Измерение перетоков в экономической литературе основано на индексе доступности (accessibility index), предложенном в работе [24]. Индекс доступности записывается так:

переменными больше 0,8; определитель корреляционной матрицы больше 0,00001; матрица положительно определенная; матрица не может быть единичной; уровень значимости теста Бартлетта находится в пределах от 0 до 0,05; тест Кайзера – Мейера – Олкина больше 0,5.

$$A_i = \sum_j g(W_j) f(c_{ij}), \quad (2)$$

где $g(W_j)$ – функция деятельности (activity function); $f(c_{ij})$ – функция сопротивления (impedance function). В нашем случае $g(W_j)$ – это затраты на НИОКР как процент от ВРП региона. Функция $f(c_{ij})$ рассчитывается по следующей формуле:

$$f(c_{ij}) = \frac{1/d_{ij}}{\sum_j 1/d_{ij}}, \quad (3)$$

где d_{ij} – расстояние между регионами *i* и *j* [20].

Нами была рассчитана аналогичная матрица для регионов России[3].

ExtSocFilter. Традиционно в литературе по инновационной активности и экономическому росту исследуются только перетоки знаний. Однако в нашем исследовании к перетокам знаний добавляются эффекты влияния социально-экономических условий в регионе на остальные регионы. Влияние социально-экономических условий на экономический рост впервые было рассмотрено в работе [19]. Формула расчета переменной *ExtSocFilter* аналогична формуле расчета переменной *Spill*, но вместо затрат на НИОКР как процента от ВРП используется переменная *SocFilter* (или *SocFilterIn*).

ExtGDPpc. Данная переменная измеряет влияние экономического роста в других регионах на экономический рост в рассматриваемом регионе. Снова используется формула (2), однако переменная «затраты на НИОКР как процент от ВРП» заменяется переменной «ВРП на душу населения».

[3] Выражаем признательность профессору К.П. Глущенко и А. Абрамову (НГУ), которые составили матрицу расстояний между основными городами России для 2000 г. Она была модифицирована нами для проведения расчетов по регрессионной модели, объектами наблюдений в которой являлись субъекты РФ. Большую помощь в актуализации матрицы расстояний оказала О.Н. Морошкина (ИЭОПП СО РАН).

Отметим, что в классической записи модели эндогенного роста через производственную функцию темпы экономического роста зависят от *K* (капитала), *L* (труда) и *A* (технического прогресса). Модель (1) в базовой формулировке не включает параметры *K*, а *L* присутствует лишь косвенно в показателях социально-экономического фильтра и перетоков социально-экономических условий. Таким образом, модель (1) оценивает взаимосвязь между технологическим прогрессом, выраженным через затраты на НИОКР, перетоки НИОКР и др., и темпом экономического роста, а потому мы предполагаем, что объясняющая сила модели, оцениваемая показателем R^2, может оказаться достаточно низкой. Тем не менее полученные оценки панельной регрессии позволят оценить влияние технического прогресса, выраженного через показатели инновационной деятельности, на темпы прироста ВРП на душу населения в регионах РФ. Ожидается, что включение переменных «труд» и «капитал» повысит объясняющую силу модели. Так, мы предполагаем, что спецификации модели с альтернативной переменной социального фильтра *SocFilterIn* и его перетоками с включением занятости в промышленности как одного из индикаторов, связанного с переменной *L*, при пересчете модели (1) повысят ее объясняющую силу.

ОСНОВНЫЕ ГИПОТЕЗЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДАННЫЕ

Мы выдвигаем и тестируем две гипотезы.

Гипотеза 1. Показатели инновационной деятельности имеют статистически значимое и положительное влияние на экономический рост. В соответствии с теоретическими предпосылками об инновациях, они активизируют процессы создания новых продуктов и технологий, приводящие к росту объемов выпуска в регионе.

Гипотеза 2. Перетоки знаний между регионами оказывают статистически значимое и положительное влияние на экономический рост.

Для расчета модели использовались данные Росстата («Регионы России. 2014»), расчеты проводились для 80 субъектов Федерации[4] за период 2005–2013 гг.

Результаты экономического моделирования и интерпретация расчетов. Для расчетов по базовой модели (1) применяется аппарат панельной регрессии, а именно панельная регрессия с фиксированными эффектами. Для решения эконометрической проблемы одновременности (ситуации, когда не только независимые параметры влияют на зависимый, но существует еще и обратная связь[5]) в модели использовался первый лаг всех независимых переменных (и, соответственно, второй лаг переменной $\log(y_{i,t})$).

Были рассчитаны две базовые спецификации модели. Результаты расчетов представлены в табл. 2. Тесты, проведенные для калибровки модели, указаны в примечаниях к таблице.

В спецификациях 1 и 2 коэффициенты β_1 были значимыми и отрицательными, что в соответствии с неоклассической теорией роста свидетельствует о региональной конвергенции (ускоренном догоняющем развитии отстающих регионов) [13].

В спецификации 1 вложения в НИОКР как доля в ВРП оказались незначимым фактором в объяснении темпов экономического роста, однако влияние перетоков НИОКР – значимым и положительным. Это важный результат для регионов, не имеющих сильной научной базы, поскольку он означает, что эти регионы абсорбируют результаты исследований и разработок регионов – лидеров научного развития. При этом эффективность использования результатов НИОКР соседних регионов зависит от абсорбционной способности территории: эффективность тем выше, чем более развиты у региона способности

[4] Были исключены Республика Крым, г. Севастополь, а также Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа (статистика по ним собиралась в разрезе других субъектов Федерации).

[5] Действительно, в формулировке модели (1) экономический рост способен повлиять на любую из независимых переменных: например, увеличение темпов прироста ВРП на душу населения могло стимулировать рост затрат на НИОКР. Одновременность приводит к смещенным оценкам модели, и модель нуждается в коррекции.

Таблица 2

Панельная регрессия с фиксированными эффектами, зависимая переменная – «темп прироста ВРП на душу населения», 80 регионов РФ, 2005–2013 гг.

Независимая переменная	Спецификация 1, число наблюдений – 640	Спецификация 2, число наблюдений – 640
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом в 2 года	–16,947*** (1,823)	–10,002*** (1,692)
Затраты на НИОКР как процент от ВРП с лагом в 1 год	2,402 (1,691)	–
Затраты на технологические инновации как процент от ВРП с лагом в 1 год	–	–0,017 (0,098)
Социальный фильтр с лагом в 1 год	1,077 (1,625)	–
Альтернативный социальный фильтр с лагом в 1 год	–	–1,341 (1,776)
Перетоки НИОКР с лагом в 1 год	56,118*** (6,191)	–
Перетоки технологических инноваций с лагом в 1 год	–	5,182*** (1,200)
Перетоки социально-экономических условий с лагом в 1 год	14,462** (4,198)	–
Альтернативный переток социально-экономических условий с лагом в 1 год	–	–15,539*** (3,430)
Перетоки ВРП на душу населения с лагом в 1 год	0,000027** (0,000011)	0,00000 (0,0000)
Константа	147,898*** (20,774)	117,694*** (18,544)
Тест Фишера на значимость коэффициентов	F(6,79) = 44,49 [0,0000]	F(6,79) = 22,08 [0,0000]
R^2	0,0256	0,0499

Примечания:

в скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция vce(robust));

, * – значимость на 5%-м и 1%-м уровнях соответственно;

для построения модели (1) были использованы следующие тесты: 1) тест Хаусмана с применением опции sigmamore: Chi2(6) = 177,68, Prob > chi2 = 0,0000; 2) F-тест на значимость индивидуальных эффектов: F(79,554) = 2,56, Prob > F = 0,0000; 3) тест на гетероскедастичность (*xttest3*): chi2(80) = 1146,80, Prob > chi2 = 0,0000; 4) тест на автокорреляцию (*xtserial*): F(1,79) = 17,268, Prob > F = 0,0001;

для построения модели (2) были использованы следующие тесты: 1) тест Хаусмана с использованием опции sigmamore: Chi2(6) = 90,48, Prob > chi2 = 0,0000; 2) F-тест на значимость индивидуальных эффектов: F(79,554) = 2,14, Prob > F = 0,0000; 3) тест на гетероскедастичность (*xttest3*): chi2(80) = 885,92, Prob > chi2 = 0,0000; 4) тест на автокорреляцию (*xtserial*): F(1,79) = 21,245, Prob > F = 0,0000.

ассимилировать и адаптировать новые знания. Значимость коэффициента для перетоков НИОКР из всех регионов позволяет предположить, что знания распространяются не только между соседними территориями, но могут также преодолевать административные границы и распространяться в отдаленные регионы[6].

В спецификации 2 переменная перетока затрат на технологические инновации оказывает значимое и положительное влияние на экономический рост регионов. Технологические инновации, внедренные в одном регионе, могут быть заимствованы и внедрены другими территориями. Кроме того, технологические инновации могут распространяться в другие регионы по производственной цепи, требуя обновления продуктов, в производстве которых эти инновации используются. Согласно оценкам модели, рост перетоков затрат на НИОКР способен привести к более высоким темпам прироста ВРП на душу населения, чем рост перетоков затрат на технологические инновации. Данные оценки свидетельствуют о том, что знания в форме научных публикаций, совместных исследовательских проектов, разработок продуктов легче распространяются на расстояния, нежели технологические инновации. Перетоки НИОКР, как прави-

[6] В экономической литературе идет дискуссия о расстояниях, на которые распространяются знания. Существуют различные оценки: от 250 км до трех часов езды от пункта, в котором концентрируются знания (см.: *Regions* and Innovation: Collaborating across Borders / OECD Reviews of Regional Innovation. – Paris: OECD Publishing. – URL: http://www.oecd.org/innovation/regions-and-innovation-collaborating-across-borders.htm).

ло, основаны на совместной работе представителей одних научных школ, индивидов, работающих в одной организации в разных городах, т.е. являются признаками так называемой организационной близости [16].

В модели (1) перетоки социально-экономических условий оказались значимыми и положительными в обеих спецификациях. Нетривиальными для объяснения являются отрицательные и статистически значимые коэффициенты для переменной «перетоки социального фильтра» в спецификации 2. Напомним, что в новом социальном фильтре одна из составляющих – доля занятых в промышленности. Отрицательный эффект может означать существующую конкуренцию[7] за трудовые ресурсы, в результате которой дефицит трудовых ресурсов и появление вакансий, связанных с разработкой инновационной продукции в промышленности, в одном регионе означают миграцию трудовой силы в этот регион и снижение предложения труда в регионе – ее источнике. К аналогичным последствиям приводит занятость в секторе НИОКР. Безработица же в соседнем регионе, наоборот, способна привести к перетоку трудовых ресурсов в регион и повысить объемы его выпуска.

Коэффициент индекса перетока ВРП на душу населения оказался значимым в спецификации 1, но незначимым в спецификации 2. Большая размерность показателя перетока ВРП на душу населения относительно других переменных привела к тому, что значения коэффициентов при этой переменной оказались близкими к нулю: при увеличении на единицу показателя *ExtGDPpc* в спецификации 1 темп прироста ВРП на душу населения возрастает на 0,000027 п.п.

Наконец, необходимо обратить внимание на низкую объясняющую силу модели. R^2 в спецификации 1 был равен 2,56%. Спецификация 2, как мы и предполагали, характеризуется более высокой объясняющей силой: R^2 = 4,99%. Низкая объясняющая сила моделей является следствием их формулировки, которая явно исключает труд и ка-

[7] Интерпретация отрицательных перетоков как конкуренции за ресурсы, в том числе в НИОКР, обсуждается также в работе [9].

питал, оставляя из трех факторов, объясняющих рост в теории, только технический прогресс.

Далее представлены эконометрические модели, разработанные нами с целью повышения объясняющей силы базовых регрессий.

МОДЕЛЬ ЭНДОГЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ РОССИИ, УЧИТЫВАЮЩАЯ КАПИТАЛ И ДОСТУП К СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Включение в набор независимых переменных в явном виде капитала (*K*) исходя из теоретических предположений приведет к повышению объясняющей силы модели и росту R^2. В новой спецификации 3 мы использовали еще один параметр технического прогресса: число компьютеров, подключенных к сети Интернет. Ранее в работе [1] было продемонстрировано, что показатель «число персональных компьютеров с доступом в Интернет на 100 работников»[8] значим в статических и динамических моделях производственного потенциала для периода 2009–2011 гг. Среди всех возможных комбинаций переменных знаний, перетоков знаний и социальных фильтров наибольший прирост R^2 дала спецификация с НИОКР и альтернативным социальным фильтром (с включением *L* через показатель занятых в промышленности).

Спецификация 3 представлена в табл. 3. Необходимо обратить внимание на достаточно высокую корреляцию между переменными «доля ПК, подключенных к Интернету, с лагом в 1 год» и «переток ВРП на душу населения с лагом в 1 год», а также между переменными «альтернативный переток социально-экономических условий с лагом в 1 год» и «перетоки НИОКР с лагом в 1 год» (>0,75).

В спецификации 3 показатель «вложения в НИОКР как процент от ВРП» оказался статистически значимым и положительным, хотя он был незначим в спецификации 1. Увеличение затрат на НИОКР как доли в ВРП на 1 п.п. в российских регионах приводило к увеличе-

[8] В записи спецификации 3 нами используется общее число компьютеров, подключенных к Интернету, а не количество на 100 чел.

Таблица 3

Панельная регрессия с фиксированными эффектами с включением переменной «капитал», зависимая переменная – «темп прироста ВРП на душу населения», 80 регионов РФ, 2005–2013 гг.

Независимая переменная	Спецификация 3, число наблюдений – 640
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом в 2 года	–14,556*** (1,644)
Вложения в НИОКР как процент от ВРП с лагом в 1 год	2,976** (1,485)
Альтернативный социальный фильтр с лагом в 1 год	–2,234 (2,124)
Перетоки НИОКР с лагом в 1 год	40,500*** (5,737)
Альтернативный переток социально-экономических условий с лагом в 1 год	–11,579** (3,259)
Перетоки ВРП на душу населения с лагом в 1 год	–4,53 10^{-6} (0,0000)
Инвестиции в основной капитал как процент ВРП с лагом в 1 год	–0,048 (0,031)
Доля ПК, подключенных к Интернету с лагом в 1 год	0,368*** (0,076)
Константа	127,057*** (17,500)
Тест Фишера на значимость коэффициентов	F(8,79) = 29,24 [0,0000]
R^2	0,0743

Примечания:

в скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция vce(robust));

, * – значимость на 5%-м и 1%-м уровнях соответственно;

для построения модели (3) были использованы следующие тесты: 1) тест Хаусмана с применением опции sigmamore: Chi2(8) = 161,75, Prob > chi2 = 0,0000; 2) F-тест не значимость индивидуальных эффектов: F(79,552)=3,60, Prob>F=0,0000; 3) Тест на гетероскедастичность (*xttest3*): chi2(80) = 1208,36, Prob > chi2 = 0,0000; 4) тест на автокорреляцию (*xtserial*): F(1,79) = 12,875, Prob > F = 0,0006.

нию темпов прироста ВРП на 2,98 п.п. Также рост доли персональных компьютеров способен повысить темпы экономического роста: посредством обмена в сети Интернет активизируются обмен знаниями и получение информации о разработках. При этом Интернет стирает географические границы, так как общение возможно между представителями любых стран. Увеличение доли компьютеров с доступом в Интернет на 1 п.п. повышает темпы прироста ВРП на душу населения на 0,37 п.п.

Переменная «капитал» оказалась на границе значимости (p-value = 0,126), при этом коэффициент при переменной «инвестиции в основной капитал как процент от ВРП» был отрицательным. Это может трактоваться как рост ВРП более быстрыми темпами, чем рост инвестиций в основной капитал в период экономического подъема, что приводит к падению показателя «доля инвестиций в основной капитал как процент от ВРП».

R^2 в спецификации 3 составил 7,43%. Недостаточно высокая объясняющая сила указывает на то, что экономический рост в регионах РФ объясняется помимо факторов модели эндогенного роста также и другими параметрами, среди которых могут быть макроэкономические и институциональные условия. Проблему пропущенных переменных (omitted variable bias) позволяет решить модель Ареллано – Бонда, описанная ниже.

ОБОБЩЕННЫЙ МЕТОД МОМЕНТОВ И МОДЕЛЬ АРЕЛЛАНО – БОНДА

Альтернативой панельной регрессии с фиксированными эффектами является динамическое моделирование взаимосвязи экономического роста и индикаторов инновационного развития. В нем используется обобщенный метод моментов (ОММ) для построения спецификации, основанной на модели Ареллано – Бонда [4]. ОММ позволяет получить точные оценки коэффициентов модели (1), поскольку учитывает как проблему одновременности, так и проблему пропущенных переменных и предполагает использование в расчете лагов независи-

мых переменных (в данной модели второй лаг) как набора инструментальных переменных. Наконец, метод Ареллано – Бонда дополнительно включает в состав независимых переменных модели первый и второй лаг зависимой переменной. Такое включение позволяет еще раз проверить гипотезу о конвергенции экономического роста субъектов РФ.

Расчеты, проведенные в статистическом программном обеспечении Stata 12 [9], дали результаты, которые представлены в табл. 4 [10].

Модель ОММ подтверждает предположение о конвергенции регионов, сделанное ранее на основе результатов панельной регрессии с фиксированными эффектами. Действительно, отрицательный знак коэффициентов при переменных темпов роста ВРП на душу населения с лагом в 1 год и 2 года показывает, что быстрее растет экономика не только регионов с более низкими значениями ВРП на душу населения в прошлом периоде, но также и тех регионов, экономика которых в прошлые периоды росла более низкими темпами. Данная зависимость тоже на основе модели ОММ была ранее подтверждена для регионов Мексики [20].

Затраты на технологические инновации в модели ОММ являются значимым фактором. Показатель затрат на технологические инновации помимо затрат на НИОКР также включает затраты на покупку

[9] Использован модуль xtabond2 [22].

[10] Для построения модели ОММ использованы следующие тесты. В *тестах Ареллано – Бонда* нулевой гипотезой является отсутствие автокорреляции, тест применяется к результатам в разницах. Необходимо принять нулевую гипотезу. При этом результат, когда гипотеза для AR(1) отвергается, также является приемлемым. *Тест Саргана* выявляет валидность инструментальных переменных. Нулевая гипотеза: инструментальные переменные некоррелированы с остатками (инструменты не робастные, модель не ослаблена большим числом инструментальных переменных). Необходимо принять нулевую гипотезу. При этом в спецификациях с робастными ошибками тест Саргана заменяется тестом Хансена. В *тесте Хансена* нулевая гипотеза – экзогенность инструментальных переменных (инструменты робастные, модель может быть ослаблена большим количеством инструментальных переменных). Необходимо принять нулевую гипотезу. В *тесте Саргана – Хансена* (разница) нулевая гипотеза – экзогенность набора инструментальных переменных. Необходимо принять данную гипотезу.

Таблица 4

Модель обобщенного метода моментов, зависимая переменная – «темп прироста душевого ВРП», 80 регионов РФ, 2005–2013 гг.

Независимая переменная	Модель ОММ, число наблюдений – 560
Темп роста ВРП на душу населения с лагом в 1 год	–0,028 (0,049)
Темп роста ВРП на душу населения с лагом в 2 года	–0,275*** (0,054)
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом в 1 год	–11,206*** (2,688)
Вложения в технологические инновации как процент от ВРП	1,038* (0,529)
Социальный фильтр (первоначальный)	0,750 (2,166)
Перетоки затрат на технологические инновации	–0,117 (2,108)
Перетоки социально-экономических условий	–18,964*** (4,206)
Перетоки ВРП на душу населения	0,0001*** (0,00002)
Константа	124,930*** (28,530)
Тест Ареллано – Бонда для AR(1) (p-val)	0,000
Тест Ареллано – Бонда для AR(2) (p-val)	0,313
Тест Саргана (p-val)	0,000
Тест Хансена (p-val)	0,323
Тест Саргана – Хансена (p-val)	0,380
Кол-во инструментов	79

Примечания:

робастная двухшаговая оценка по методу GMM с корректировкой Виндмайера на стандартные ошибки. Скорректированные стандартные ошибки приведены в скобках;

*, *** – значимость на 10%-м и 1%-м уровнях соответственно.

оборудования, необходимого для реализации технологических инноваций, затраты на производственное проектирование, затраты на обучение и подготовку персонала, занятого разработкой технологических инноваций, а также затраты на маркетинговые и технологические инновации. Значимость показателя затрат на технологические инновации говорит о том, что дополнительные составляющие также вносят вклад в экономический рост регионов. Увеличение затрат на технологические инновации на 1 п.п. приводит, согласно модели, к повышению темпов экономического роста на 1,03 п.п.

Эффект перетоков затрат на технологические инновации оказался незначимым, что свидетельствует о слабых возможностях регионов адаптировать инновации из других субъектов РФ по причине отсутствия необходимого оборудования или высококвалифицированной рабочей силы. Тем не менее, как показали наши расчеты[11], знания распространяются между территориями с близкими темпами экономического развития (например, между «лидерами», в том числе Москвой и Санкт-Петербургом).

* * *

Были построены модели догоняющего развития для объяснения экономического роста регионов РФ. В модели были включены предикторы инновационного развития территории, а именно затраты на НИОКР как процент от ВРП и перетоки затрат на НИОКР (или затраты на технологические инновации как процент от ВРП и их перетоки). Социально-экономические условия развития регионов влияли на экономический рост через переменные «перетоки социально-экономических условий» и «перетоки ВРП на душу населения».

Результаты расчетов показали, что выполняется первая гипотеза – о положительном влиянии на экономический рост затрат на НИОКР и на технологические инновации, поскольку в улучшенных вариантах модели (спецификация 3 и ОММ) коэффициенты при дан-

[11] См.: *Kaneva M., Untura G.* Innovation indicators and regional growth in Russia.

ных показателях были положительными и статистически значимыми. Частично выполняется вторая гипотеза – о значимости перетоков знаний для экономического роста регионов и их способности преодолевать административные границы и распространяться за пределы одного региона, стимулируя прирост ВРП на душу населения в регионах-соседях и на близлежащих территориях. Частичное подтверждение этой гипотезы опирается на тот факт, что в модели Ареллано – Бонда перетоки затрат на технологические инновации оказались статистически незначимым фактором, хотя значимость перетоков знаний была доказана в спецификациях 1–3. Данный результат, а также наши более ранние исследования[12] позволяют сделать вывод о том, что знания распространяются между регионами со схожими темпами экономического роста и развития технологических платформ, а эффективность их перетока зависит от абсорбционной способности регионов.

Исследование показало, что социально-экономические условия в других регионах и их ВРП также оказывают положительное влияние на экономический рост региона. Кроме того, результаты расчетов указали также на возможную конкуренцию за трудовые ресурсы в промышленности.

Построенные нами модели подтверждают основное теоретическое положение о том, что инновационная деятельность, выраженная через затраты на инновации и перетоки знаний, является эндогенным фактором, способным объяснить экономический рост регионов России.

Результаты проведенного исследования могут быть применены региональными правительствами при формировании инновационной политики.

Статья подготовлена в рамках Комплексной программы фундаментальных исследований СО РАН II.2П «Интеграция и развитие» (проект II.2П/XI.179-2). Номер регистрации в ИСГЗ ФАНО 0325-2015-0019

[12] См.: *Kaneva M., Untura G.* Innovation indicators and regional growth in Russia.

Список источников

1. *Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Руденко В.А.* Оценка эффективности регионов России на основе производственного потенциала с характеристиками готовности к инновациям // Экономика и математические методы. – 2014. – Т. 50, № 4. – С. 34–71.

2. *Мейсснер Д.* Экономические эффекты «перетока» результатов научно-технической и инновационной деятельности // Форсайт. – 2012. – Т. 6, № 4. – С. 20–31.

3. *Синергия* пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания / Науч. ред. А.Н. Пилясов. – Смоленск: Ойкумена, 2012. – 760 с.

4. *Arellano M., Bond S.* Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations // Review of Economic Studies. – 1991. – Vol. 58. – P. 277–297.

5. *Asheim B., Isaksen A.* Regional innovation systems: the integration of local «sticky» and global «ubiquitous» knowledge // Journal of Technology Transfer. – 2002. – No. 27 (1). – P. 77–86.

6. *Audretsch D.B., Feldman M.P.* R&D spillovers and the geography of innovation and production // American Economic Review. – 1996. – No. 86. – P. 630–640.

7. *Cooke P., Gomez Uranga M., Etxebarria G.* Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions // Research Policy. – 1997. – No. 26 (4-5). – P. 475–491.

8. *Crescenzi R.* Changes in economic geography theory and dynamics of technological change // Handbook of Regional Science / Ed. by M.M. Fischer and P. Nijkamp. – Berlin: Springer-Verlag, 2013. – P. 649–666.

9. *Dieppe A., Mutl J.* International R&D Spillovers. Technology Transfer vs. R&D Synergies / European Central Bank Working Paper No. 1504. – 2013, Jan.

10. *Fagerberg J.* Why growth rates differ? // Technical Change and Economic Theory / Ed. by G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson et al. – London: Pinter, 1998. – P. 432–457.

11. *Glaeser E.L., Kallal H.D., Scheinkman J.A., Schleifer A.* Growth in cities // Journal of Political Economy. – 1992. – No. 100 (6). – P. 1126–1152.

12. *Grossman G.M., Helpman E.* Innovation and Growth in the Global Economy. – Cambridge, MA: MIT Press, 1991. – 384 p.

13. *Harris R.* Models of regional growth: past, present and future // Journal of Economic Surveys. – 2011. – No. 25 (5). – P. 913–951.

14. *Jaffe A.B.* Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profit and market share // American Economic Review. – 1998. – Vol. 76. – P. 984–1001.

15. *Maclaurin W.R.* The sequence from invention to innovation and its relation to economic growth // Quarterly Journal of Economics. – 1953. – Vol. 67. – P. 97–111.

16. *Marroccu E., Paci R., Usai S.* Proximity, networking and knowledge production in Europe // Technological Forecasting and Social Change. – 2013. – Vol. 80. – P. 1484–1498.

17. *Moreno R., Paci R., Usai S.* Spatial spillovers and innovation activity in European regions // Environment and Planning A. – 2005. – Vol. 37. – P. 1793–1812.

18. *Porter M.E.* The Competitive Advantage of Nations. – London: Macmillan, 1990. – 885 p.

19. *Rodriguez-Pose A., Crescenzi R.* Research and development, spillovers, innovation system and genesis of regional growth in Europe // Regional Studies. – 2008. – No. 42 (1). – P. 51–67.

20. *Rodriguez-Pose A., Villareal Peralta E.M.* Innovation and regional growth in Mexico: 2000–2010 // Growth and Change. – 2015. – No. 46 (2). – P. 172–195.

21. *Romer P.M.* Increasing returns and long run growth // Journal of Political Economy. – 1986. – Vol. 94. – P. 1002–1037.

22. *Roodman D.* How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata // The Stata Journal. – 2009. – No. 9 (1). – P. 86–136.

23. *Schumpeter J.A.* Capitalism, Socialism, and Democracy. – London: Routledge, 1943. – 437 p.

24. *Schurmann C., Talaat A.* Towards a European peripherally index: Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission. – Dortmund: IRPUD, 2000. – 48 p.

25. *Varga A., Anselin L., Acs Z.* Regional innovation in the US over space and time // Spillovers and Innovation: Space, Environment and the Economy / Ed. by G. Maier and S. Sedlacek. – Vienna: Springer, 2005. – P. 93–104.

Информация об авторах

Канева Мария Александровна (Россия, Москва) – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. Институт экономической политики им. Е.Т. Гайдара (125993, Москва, Газетный пер., 3-5, стр. 1, e-mail: mkaneva@gmail.com).

Унтура Галина Афанасьевна (Россия, Новосибирск) – доктор экономических наук, главный научный сотрудник Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17, e-mail: galina.untura@gmail.com); профессор Новосибирского национального исследовательского государственного университета (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2).

DOI: 10.15372/REG20170104

Region: Economics & Sociology, 2017, No. 1 (93), p. 78–100

M.A. Kaneva, G.A. Untura

THE RELATIONSHIP BETWEEN R&D, KNOWLEDGE SPILLOVERS AND DYNAMICS OF ECONOMIC GROWTH OF THE RUSSIAN REGIONS

The current study examines interrelations between economic growth in the Russian regions, scientific research, and innovation activities. To analyze the relationship, we used an econometric modeling technique: a fixed effects panel regression and the Arellano–Bond model based on data for the period from 2005 to 2013. In the study, we tested hypotheses about significant effects of knowledge and socioeconomic conditions on regional growth, used expenditure on R&D and expenditure on technological innovations as measures of knowledge spillovers for their analysis, and calculated socioeconomic spillovers based on a socioeconomic filter. Regression results demonstrated a possible competition for labor in the manufacturing sector when this indicator was included in the socioeconomic filter. Our findings also confirmed the significance and positive effect of expenditures on technological innovations and their spillovers on economic growth in regions. Moreover, knowledge spilled more efficiently to regions with greater absorptive capacity, as well as among regions with a similar growth rate. We concluded that knowledge spillovers can have significant influence on the GRP growth rate. The results of the study can be used by regional governments when formulating innovation policies.

Keywords: economic growth; GRP; R&D; region; knowledge spillovers; technological innovations; dynamic modeling

The publication is prepared within the Complex Program for Basic Research of the Siberian Branch of RAS II.2П «Integration and development» (project No. II.2П/XI.179-2)

References

1. *Ayvazyan, S.A., M.Yu. Afanasiev* & *V.A. Rudenko*. (2014). Otsenka effektivnosti regionov Rossii na osnove proizvodstvennogo potentsiala s kharakteristikami go-

tovnosti k innovatsiyam [Efficiency estimation of the Russian regions based on the productive potential model including the characteristics of readiness to innovate]. Ekonomika i matematicheskie metody [Economics and Mathematical Methods], Vol. 50, No. 4, 34–71.

2. *Mayssner, D*. (2012). Ekonomicheskie effekty «peretoka» rezultatov nauchno-tekhnicheskoy i innovatsionnoy deyatelnosti [The economic effects of «spillover» of the results of scientific, technical and innovative work]. Forsayt [Foresight and STI Governance], Vol. 6, No. 4, 20–31.

3. *Pelyasov, A.N*. (Ed.). (2012). Sinergiya prostranstva: regionalnye innovatsionnye sistemy, klastery i peretoki znaniya [Synergy of space: regional innovation systems, clusters and knowledge spillovers]. Smolensk, Oykumena, 760.

4. *Arellano, M*. & *S. Bond*. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. Review of Economic Studies, 58, 277–297.

5. *Asheim, B.* & *A. Isaksen*. (2002). Regional innovation systems: the integration of local «sticky» and global «ubiquitous» knowledge. Journal of Technology Transfer, 27 (1), 77–86.

6. *Audretsch, D.B.* & *M.P. Feldman*. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. American Economic Review, 86, 630–640.

7. *Cooke, P., M. Gomez Uranga* & *G. Etxebarria*. (1997). Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions. Research Policy, 26 (4-5), 475–491.

8. *Crescenzi, R.; M.M. Fischer* & *P. Nijkamp*. (Eds.). (2013). Changes in economic geography theory and dynamics of technological change. Handbook of Regional Science. Berlin, Springer-Verlag, 649–666.

9. *Dieppe, A*. & *J. Mutl*. (2013). International R&D Spillovers. Technology Transfer vs. R&D Synergies. European Central Bank Working Paper No. 1504, January.

10. *Fagerberg, J.; G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson et al*. (Eds.). (1998). Why growth rates differ? Technical Change and Economic Theory. London, Pinter, 432–457.

11. *Glaeser, E.L., H.D. Kallal, J.A. Scheinkman* & *A. Schleifer*. (1992). Growth in cities. Journal of Political Economy, 100 (6), 1126–1152.

12. *Grossman, G.M*. & *E. Helpman*. (1991). Innovation and Growth in the Global Economy. Cambridge MA, MIT Press, 384.

13. *Harris, R*. (2011). Models of regional growth: past, present and future. Journal of Economic Surveys, 25 (5), 913–951.

14. *Jaffe, A.B*. (1998). Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profit and market share. American Economic Review, 76, 984–1001.

15. *Maclaurin, W.R*. (1953). The sequence from invention to innovation and its relation to economic growth. Quarterly Journal of Economics, 67, 97–111.

16. *Marroccu, E., R. Paci* & *S. Usai*. (2013). Proximity, networking and knowledge production in Europe. Technological Forecasting and Social Change, 80, 1484–1498.

17. *Moreno, R., R. Paci* & *S. Usai*. (2005). Spatial spillovers and innovation activity in European regions. Environment and Planning A, 37, 1793–1812.

18. *Porter, M.E*. (1990). The Competitive Advantage of Nations. London, Macmillan, 885.

19. *Rodriguez-Pose, A*. & *R. Crescenzi*. (2008). Research and development, spillovers, innovation system and genesis of regional growth in Europe. Regional Studies, 42 (1), 51–67.

20. *Rodriguez-Pose, A*. & *E.M. Villareal Peralta*. (2015). Innovation and regional growth in Mexico: 2000-2010. Growth and Change, 46 (2), 172–195.

21. *Romer, P.M*. (1986). Increasing returns and long run growth. Journal of Political Economy, 94, 1002–1037.

22. *Roodman, D*. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. The Stata Journal, 9 (1), 86–136.

23. *Schumpeter, J.A*. (1943). Capitalism, socialism, and democracy. Routledge, London, 437.

24. *Schurmann, C*. & *A. Talaat*. (2000). Towards a European peripherally index. Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission. Dortmund, IRPUD, November, 1–48.

25. *Varga, A., L. Anselin, Z. Acs; G. Maier* & *S. Sedlacek* (Eds.). (2005). Regional innovation in the U.S. over space and time. Spillovers and Innovation: Space, Environment and the Economy. Vienna, Springer, 93–104.

Information about the authors

Kaneva, Maria Aleksandrovna (Moscow, Russia) – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher at the Gaidar Institute for Economic Policy (bldg. 1, 3-5, Gazetny la., Moscow, 125993, Russia, e-mail: mkaneva@gmail.com).

Untura, Galina Afanasievna (Novosibirsk, Russia) – Doctor of Sciences (Economics), Chief Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: galina.untura@gmail.com); Professor at Novosibirsk National Research State University (2, Pirogova st., Novosibirsk, 630090, Russia).

Рукопись статьи поступила в редколлегию 07.11.2016 г.