

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

М.А. Канева, Г.А. Унтура

**МОДЕЛИ ОЦЕНКИ
ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ
НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ
И ИННОВАЦИИ РЕГИОНОВ**

Ответственный редактор
чл.-корр. РАН В.И. Суслов

Новосибирск
2021

УДК 338.9+378
ББК 65.9(2P)30.5+72.4
М 744

Рецензенты:

д-р эконом. наук, профессор А.В. Корицкий,
д-р эконом. наук, профессор К.П. Глущенко,
д-р эконом. наук, профессор А.С. Новоселов

М 744 **Модели оценки влияния экономики знаний на экономический рост и инновации регионов** / Отв. ред. В.И. Суслов. – Новосибирск: изд-во ИЭОПП СО РАН, 2021. – 256 с.

ISBN 978-5-89665-361-5

Авторы представляют методологический подход к оценке влияния науки, инноваций и перетоков знаний применительно к основным элементам экономики знания, обеспечивающим экономический рост регионов РФ в 2005–2016 гг. Разработаны эконометрические модели с эндогенным техническим прогрессом для оценки влияния секторов экономики знаний – НИОКР, образования и здравоохранения – на темпы экономического роста в российских регионах. Рассмотрены непространственные виды близости – когнитивная и структурно-технологическая близости – между регионами, даны количественные оценки их влияния на создание нового знания в регионах РФ. Монография рассчитана на специалистов в области планирования и мониторинга инновационной деятельности, научных сотрудников и преподавателей экономических вузов.

Authors present a methodological approach to assessing impact of science, innovation and knowledge spillovers in relation to the main elements of the knowledge economy that ensure economic growth of Russian regions in 2005–2016. Econometric models of endogenous growth to assess the impact of knowledge economy sectors – R&D, education and healthcare sectors – on the growth rates in Russian regions are developed. We consider non-spatial types of proximity, which are cognitive and structural-technological proximity and provide quantitative estimates of their impact on knowledge creation in Russian regions. The book might be of interest to specialists in planning and monitoring of innovations, representatives of regional administrations, as well as to researchers and lecturers of economic universities.

ISBN 978-5-89665-361-5

УДК 338.9+378
ББК 65.9(2P)30.5+72.4

© М.А. Канева, Г.А. Унтура, 2021 г.
© ИЭОПП СО РАН, 2021 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Начиная с середины XIX века нематериальные факторы производства, прежде всего, знания¹ и компетенции в высокотехнологических отраслях и наукоемких услугах стали играть все более значимую роль в создании новейших направлений научно-технического прогресса, возникновении инноваций, повышении национальной безопасности, экономического роста и благосостояния [Dosi, Freeman, 1988 и др.; Romer, 1990]. Ответ на глобальные вызовы для сохранения общества и экономики в третьем тысячелетии возможно дать, повышая уровень фундаментальных исследований и создавая новые прорывные технологии мирового уровня.

Термин «knowledge economy» (экономика знания) используется более полувека в развитых странах. Ф. Махлуп [Machlup, 1962] был первым исследователем, определившим экономику знания как совокупность секторов экономики, в которых знания играют решающую роль, а их производство является одним из важнейших источников роста ВВП. В последние годы в промышленно развитых странах Запада используются новые похожие термины, имеющие отношение к постиндустриальному обществу в разных контекстах [Белл, 1999]: «высокотехнологичная цивилизация», «информационное общество» [Castels, 2000], «общество знаний», «знание-ёмкая экономика» [Далман, 2005], «инновационная экономика» [Голиченко, 2017] и др.

Согласно концепции экспертов Организации экономического сотрудничества и развития (OECD) под экономикой знания понимается экономика, основанная на производстве, обновлении, циркуляции, распределении и применении знаний [Ли Теин, 2003]. В научной литературе используются два основных методологических подхода к измерению количества знаний: по затратам на производство знаний и по рыночной стоимости проданных знаний. Если рыночная стоимость у знаний отсутствует, то объемы

¹ В обобщенном понимании знание – это результат процесса познавательной деятельности (в разных контекстах), а знание индивида (или группы индивидов) – это владение информацией, позволяющей принимать стратегические решения или решить какую-либо практическую задачу.

производства и потребления знаний измеряют другими показателями, например, по числу публикаций, патентов, индексам цитирования и др. Общий объем затрат (суммарных инвестиций) на развитие базового сектора такой экономики, в котором создаются и распространяются новые знания зависит от круга участников [Chen, Dahlman, 2005]. Этот сектор в узком смысле и более широко можно рассматривать:

- как сферу производства и распространения знаний только для высокопрофессиональных работников (высшее образование, научные исследования и опытно-конструкторские разработки, разработка программного обеспечения);
- как сферу, в которую дополнительно включаются и многие уровни образования, формирующие человеческий капитал, т.е. дополнительно учитывается и процесс подготовки учащихся в начальной и средней школе.

Распространение знаний можно оценить с помощью оценки вклада в ВВП объемов экономической деятельности отраслей, где в основном и потребляются новые знания (т.е. тех отраслей экономики, которые предъявляют повышенный спрос на знания, влияющие на валовую добавленную стоимость). Основные группы потребителей знаний представлены следующими секторами экономики, которые в совокупности и представляют экономику знания:

1. Высокотехнологичные отрасли высшего уровня (high technologies), или ведущие отрасли высоких технологий (leading edge), к которым также относятся отрасли оборонной промышленности. Высокотехнологичные отрасли обрабатывающей промышленности включают: фармацевтическую промышленность и производство лекарственных препаратов, производство компьютеров и офисного оборудования, производство теле- и радиоаппаратуры, и электронных компонентов, приборостроение, авиакосмическую промышленность.
2. Высокотехнологичные отрасли среднего уровня (medium high technologies), к которым относятся: химическая промышленность без фармацевтической; производство машин и оборудования общезкономического и отраслевого назначения, а также бытовой техники; электротехническая про-

мышленность, автомобильная промышленность, железнодорожное машиностроение и производство мотоциклов, велосипедов и т.д.

3. Отрасли, предоставляющие высокотехнологичные услуги. Такими отраслями являются: телекоммуникации, финансовая сфера и страхование, а также деловые услуги, под которыми понимаются услуги по аренде машин и оборудованию, компьютерные услуги, маркетинговые исследования, консалтинг и другие инженерные и технические услуги без ризлторских услуг, а также сфера НИОКР как производитель добавленной стоимости.
4. Особой группой повышенного спроса на новые знания и технологии являются системы образования, здравоохранения, культура, спорт и управление, финансовые услуги и услуги инфраструктуры.

В научной литературе и аналитических докладах¹, начиная с 2002 г. приводятся количественные индексы экономики знаний различных стран в виде интегрального показателя и его составляющих. Индексы экономики знания коррелируют со многими другими комплексными индикаторами, характеризующими инновационную экономику и информационное общество [Россия в зеркале международных рейтингов, 2019]

В России теоретические и эмпирические проблемы экономики знаний одними из первых исследовали В.Л. Макаров [Макаров, 2003], А.А. Дынкин [Дынкин, 2004], А. Гапоненко [Гапоненко, 2005], В.И. Татаркин [Татаркин, 2007], Г.В. Осипов [Осипов, 2009], Б. Мильнер [Мильнер, 2010], А.Г. Аганбегян [Аганбегян, 2017]. Названные исследователи сходятся во мнении, что это экономика, которая создает, распространяет и использует знания для обеспечения своего роста и конкурентоспособности на макро, мезо и микроуровнях.

¹ Департамент науки и технологии при штаб-квартире OECD. OECD (2001). Science, Technology and Industry Scoreboard 2001 – Towards a knowledge-based economy. Рабочая группа, созданная комиссией ООН по науке и технологии для развития, выпускает доклады: Knowledge Societies, Information Technology for Sustainable Development. The Third Report of the UN Working Group (2002) /Eds. Robert Mansell and Uta Wenn.

Концептуальные основы управления знаниями на уровне фирмы были развиты Б. Мильнером [Мильнер, 2010; 2013], который показал, что в новом веке происходит смена парадигмы управления предприятием с учетом особенности знаний и возрастающей роли интеллектуального капитала фирмы. Он обосновал, что в дополнение к управлению подразделениями, выполняющими научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР), должна быть выстроена схема управления всеми информационными потоками, связывающая все виды деятельности фирмы и взаимодействия по абсорбции знаний из внешней среды.

В развитых странах мира наука и высшее образование в составе национальных и региональных инновационных систем являются генераторами знаний и формирования человеческого капитала [Schultz, 1961; Becker, 1964; Lucas, 1988; Romer, 1990, Формирование и использование человеческого капитала..., 2018], эффективное применение которых становится конкурентным преимуществом для выхода на международные рынки и позволяет достигать высокой динамики экономического роста. К. Фриман [Freeman, 1987], Б.-А. Лундвалл [Lundvall, 1985; 1992] предложили концепцию национальной инновационной системы (НИС) еще в конце прошлого века. Одними из первых в России О.Г. Голиченко [Голиченко, 2014], В.В. Иванов [Иванов, 2005], Н.И. Иванова [Иванова, 2009] развили ее положения, учитывая особенности организации науки, прежде всего фундаментальных исследований в системе РАН, в организациях высшего образования, прикладных исследований в других секторах науки. Национальная инновационная система понимается как совокупность субъектов и институтов, деятельность которых направлена на создание и применение знаний для осуществлений инноваций и роста благосостояний населения на их основе. Она может функционировать с помощью разных механизмов взаимодействия между ее основными агентами: государственными органами власти, высшими учебными заведениями, научно-исследовательскими институтами, инновационными предприятиями, инновационными посредниками (информационными, финансовыми и т.д.).

На региональном уровне Д. Одретч и М. Фелдман [Audretsch and Feldman, 1996] показали, что в экономике происходит кластеризация экономической деятельности в тех отраслях промышлен-

ности и в тех регионах, в которых происходят активные процессы генерации знаний за счет трех источников знаний: высококвалифицированной рабочей силы, научных исследований и разработок (НИР) и фундаментальных исследований. В России [Айвазян, Афанасьев, Руденко, 2014] представили подход к оценке эффективности регионов России на основе производственного потенциала с характеристиками готовности к инновациям с использованием аппарата производственных функций. Вместе с тем, эндогенному росту и перетокам знаний в этом подходе не было уделено внимания.

Знания создаются и накапливаются в ходе исследований и разработок, которые финансируются из различных источников. Инновационные проекты зарождаются в известных научных региональных центрах как инициативно, так и по заказам предприятий [Инновационный потенциал научного центра: 2007, Унтура, 2009а], а затем новые продукты и технологии, полученные на основе знаний и компетенций, используются в различных производствах и сфере услуг, размещенных в регионах страны. Наблюдаются существенные различия в уровне экономики знания столичных и периферийных регионов. *Переток знаний* (ПЗ) происходит в форме открытой передачи (или продажи) востребованных знаний от их обладателей фирмам и регионам. Это явление присуще региональной экономике, поскольку, в частности, вызвано неоднородностью размещения исследовательских центров.

В нашей монографии [Инновационный вектор экономики знания, 2011] году были систематизированы элементы экономики знания и её связи с инновационными процессами и даны сравнительные оценки индекса экономики знаний России и стран мира, а также отдельных регионов РФ, используя методологию Всемирного банка. Инновационный вектор экономики знания – целенаправленная деятельность в экономике знаний, которая обеспечивается за счет роста инновационного сектора продукции и услуг постиндустриальной экономики и ускоряет трансформацию ресурсно-индустриальной экономики в экономику знания. Было показано, что отличительным признаком экономики знания является *ее глобальная сетевая природа*. Институтами выступают интеллектуальная собственность, динамичная конкуренция, низкие барьеры входа на рынки; финансовыми институтами – венчурные

фонды и рынки ценных бумаг компаний высоких технологий. Кредитными источниками служат пенсионные фонды, корпорации, домохозяйства, индивидуальные инвесторы. В фокусе экономики знания оказывается способность к нововведениям, создающим стоимость для потребителей продукции и услуг. В практику менеджмента входит формула: just in time knowledge или «знания точно в срок». Инновации оцениваются не с точки зрения технологического совершенства, а в зависимости от их соответствия общественным потребностям.

Человеческий капитал становится определяющим фактором возникновения и развития экономики знаний [Schultz, 1961; Becker, 1964; Lucas, 1988; Romer, 1990, Формирование и использование человеческого капитала..., 2018]. Продукты экономики знаний существуют в виде научной информации, разнообразной высокотехнологичной продукции, высококвалифицированных услуг, нематериальных видов знаний [Теезе, 1998; Тис, 2004; Унтура, Канева, 2010], образовательных программ. Президент Академии общественных наук Китая Ли Теин – один их идеологов реформирования инновационной сферы Китая – отмечал, что душа экономики знаний – непрерывное стремление к новшествам, а источником ее силы является образование [Ли Теин, 2003]. В настоящее время здоровье также становится фактором человеческого капитала [Savvides, Stengos, 1988]. Экономика знаний проявляется в форме инноваций в различных сферах экономики и жизнедеятельности населения, что позволяет считать ее долгосрочной базой прогнозирования и источником нововведений в обществе и регионах и трактовать экономику знаний как долгосрочную и непрерывную инновационную экономику [Унтура и Евсеенко, 2007; Унтура, 2009а]. Важной характеристикой изменившихся потребностей в образовании и профессиональной подготовке является короткий «жизненный цикл» знаний, навыков и профессий. Именно «жизненный цикл» определяет необходимость непрерывного образования и регулярного обновления индивидуальных способностей, повышения квалификации. Концепция «непрерывного обучения для всех», принятая в 1996 г. министрами образования стран ОЭСР, исходит из нового видения политики в сфере образования и профессиональной подготовки на основе современных знаний. Ожидается, что выпускники

вузов будут периодически возвращаться в систему высшего образования для того, чтобы приобретать, применять, а также обновлять знания и навыки, необходимые им в профессиональной деятельности. Непрерывное образование подразумевает обновление знаний и повышение образованности, которые необходимы для подъема уровня индивидуальной квалификации и для того, чтобы не отставать от внедрения новых продуктов и услуг.

Развитие экономики знаний опосредовано *существованием нового управленческого и экономического мышления*, ключевым ресурсом которого становится человеческий, а не финансовый капитал [Калин, 2008]. Иначе говоря, «лучше уметь, чем иметь». Такой подход предполагает: активную роль государства как инициатора и координатора разработки и реализации решений страны на вызовы глобальной конкуренции [Ленчук, 2019]; формирование системы целей, приоритетов и методов реализации экономической стратегии на основе новых социальных отношений.

По мнению А.Аганбегяна [Аганбегян, 2017] доля экономики знаний в структуре ВВП увеличилась в 1950–2000 гг. с 10% до 20%, а в развитых странах она составляет – свыше 50%¹. В России, по его расчетам, доля отраслей экономики знаний в 2016 году составила 11–12%, или 10 трлн рублей, т.е. существенно ниже, чем в странах G7 – это 30%. Из них доля науки – 1%, образования – 3,5%, здравоохранения – 4%, ИТ – около 2%. Значительный мультипликативный эффект экономики знания транслируется на развитие всех других отраслей, что во многом объясняет увеличение отрыва развитых стран от всех остальных. Решение задач социально-экономического развития России должно базироваться на инвестировании отраслей, создающих человеческий капитал. А.Г. Аганбегян оценивает объемы инвестиций в 2–2,5 трлн ежегодного прироста вложений в основные средства и 1–1,5 трлн ежегодно в человеческий капитал, что позволит повысить норму накопления с 21 до 25% к 2020 году и 30% к 2025 году, а долю экономики знаний нарастить до 20% к 2020 и 30% к 2025 году [Аганбегян, 2017].

¹ Институт экономики роста им. Столыпина П.А. | <http://stolypin.institute/novosti/chelovecheskij-kapital-i-ego-glavnaya-sostavlyayushhaya-sfera-ekonomiki-znanij-kak-osnovnoj-istochnik-sotsialno-ekonomicheskogo-rosta/>

Многочисленные теоретические и эмпирические зарубежные исследования показали, что динамика экономического роста стран и регионов во многом определяется инвестициями в науку и человеческий капитал. В частности, в 2018 г. была присуждена Нобелевская премия по экономике П. Ромеру за «интеграцию технологических инноваций в долгосрочный макроэкономический анализ», который заложил основы теории эндогенного роста и предсказал существенное влияние научных идей, затрат на науку на экономический рост [Romer, 1990]. Авторы разделяют и развивают этот подход в настоящей монографии.

Актуальность проблематики моделирования и оценки вклада нематериальных факторов производства в экономический рост возрастает в условиях ограниченности финансовых и человеческих ресурсов, способных участвовать в новой индустриализации и цифровизации стран и регионов. В связи с этим, развивая идеи нашей предыдущей монографии 2011 г. [Инновационный вектор.....2011], мы сконцентрировались на моделировании и эмпирической проверке влияния элементов экономики и знания (науки, высшего образования, здравоохранения, высокотехнологичных подотраслей инновационной экономики) на динамику экономического роста применительно к регионам России [Суслов, 2013; Коломак и др.,2018; Novoselov and Marshalova, 2016] Основное внимание нами было уделено малоисследованным в России региональным аспектам экономики знания, в том числе методологии оценки влияния затрат на науку и технологические инновации, перетоков знаний на экономический рост регионов на основе применения моделей эндогенного технического прогресса и пространственной экономики. Кроме того, учитывая расширительную трактовку экономики знания и современные подходы к развитию человеческого капитала, в 2019 г. М.А. Каневой была защищена докторская диссертация, в которой дополнительно исследована сфера здравоохранения как элемент экономики знаний, финансирование которой влияет на формирование человеческого капитала и экономический рост регионов [Канева, 2019]. Эти исследования продолжаются авторами в настоящий момент и поддерживаются грантом РФФИ № 20-010-00205 «Роль капитала здоровья в социально-экономическом развитии регионов РФ».

Основные результаты, которые бы хотелось представить вниманию читателей, занимающихся аналогичными проблемами:

- Методология многоаспектного анализа экономического роста, позволяющая проводить комплексный анализ детерминант роста за счет применения факторного, эконометрического и иерархического кластерного анализов для мезоуровня (т.е. регионов РФ). Новизна результата состоит в том, что впервые для регионов России раскрыта специфика влияния перетоков знаний, которая зависит как от объемов финансирования НИОКР, так и от географической близости регионов, а на эффективность таких перетоков воздействует абсорбционная способность регионов.
- Оригинальная расширенная модель догоняющего роста для оценки совместного влияния науки, инноваций и здравоохранения, основанная на базе неоклассической модели экономического роста. Модель описывает влияние на экономический рост регионов РФ не только затрат на НИОКР, технологические инновации, затрат на высшее образование, но также учитывает влияние капитала здоровья путём включения в состав объясняющих переменных государственные, частные и общие затраты на здравоохранение. В частности, с помощью этой модели оценен эффект роста общих затрат на здравоохранение в 2005–2013 гг. на темпы прироста ВРП на душу населения, что представляет собой новый для России подход, применимый для анализа капитала здоровья как источника экономического роста и оценки эффективности затрат в здравоохранение. Он позволяет учитывать результаты количественных расчетов для обоснования социальных инноваций в здравоохранении, системного проведения реформ в области страховой медицины.
- Методология и эмпирическая оценка влияния затрат на НИОКР и технологические инновации на выпуск инновационной продукции и услуг, учитывающая матрицы пространственной и непространственной близости регионов России. Расчеты для структурно-технологической и когнитивной близости проведены впервые для РФ с позиций теории пространственной экономики и пространственной эконометрики.

Авторами были построены эконометрические модели и проведены эмпирические расчеты и опубликован ряд совместных статей, в которых мы опирались на концепции инновационных систем, теории экономического роста с эндогенным техническим прогрессом, производственные функции знаний для фирм и регионов, концепции новой экономической географии, агломерационной теории, пространственной эконометрики. Затраты на создание знаний и перетоки знаний рассматривались в качестве источников экономического роста, они изучались во взаимосвязи с географической близостью и некоторыми видами непространственной близости регионов. Это побудило нас представить совокупность полученных результатов за период 2011–2020 гг. в виде монографии, *цель* которой – обобщить разработанный нами новый методологический подход к оценке влияния науки, инноваций, перетоков знаний применительно к основным элементам экономики знаний, обеспечивающим экономический рост регионов. В прикладном аспекте были использованы панельные данные по регионам России за 2005–2016 гг., получены эмпирические оценки, впервые количественно рассчитанные для регионов России.

При подготовке текста монографии использованы материалы научных исследований, проводимых при поддержке РГНФ (проект № 06-02-00256а «Региональные особенности экономики знаний (на примере Сибири)» и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 27 «Теоретические и прикладные аспекты накопления и перетока знания: социально-математическое моделирование» (2014–2017), гранта РФФИ 17-02-00060 «Оценка влияния факторов инновационного развития на экономический рост регионов России» (2017-2019), базового Проекта плана НИР ИЭОПП СО РАН XI.174 0325-2019-0008 «Экономика Сибири и ее регионов в условиях внешних и внутренних вызовов и угроз: методология, тенденции, прогнозы», проекта РФФИ № 20-010-00205 «Роль капитала здоровья в социально-экономическом развитии регионов РФ», а также ряда совместных статей авторов.

Структура монографии отражает следующую логику исследования, которая представлена тремя взаимосвязанными разделами и входящими в них главами.

Во **введении** отражены направления зарубежных и российских исследователей, касающиеся экономики знания и методологии оценки экономического роста на базе научно-технического прогресса, науки и инноваций, и научные заделы авторов, которые позволили разработать комплексную методологию анализа связи науки, инноваций и экономического роста.

Раздел 1 «Моделирование влияния науки и инноваций на динамику экономического роста» посвящен обзору моделей взаимосвязи экономического роста, науки и инноваций через призму эволюция теорий и эмпирических моделей взаимосвязи экономического роста, науки и инноваций (глава 1). Основы многоаспектного подхода и эконометрического моделирования влияния науки и инноваций на экономический рост регионов РФ, которые разработаны авторами и применены в эмпирических исследованиях по регионам РФ, изложены в главе 2.

Раздел 2 «Эмпирические оценки влияния затрат на науку, технологические инновации, человеческий капитал и здравоохранение на экономический рост регионов» содержит главы, касающиеся особенностей оценки отдельных компонентов экономики знаний для экономического роста регионов РФ за отдельные временные периоды (здравоохранение – глава 3, высшее образование – глава 4, специализация производства, патентная активность и роль инновационно развитых регионов – глава 5).

Раздел 3 «Пространственные аспекты в развитии экономики знаний: теоретические модели и эмпирические оценки пространственной и непространственной близости» представлен двумя главами. Глава 6 отражает обзор пространственных моделей и демонстрирует возможности их применения для проверки гипотез о влиянии затрат на технологические инновации и различных форм близости на рост инновационной продукции. Глава 7 описывает феномен пространственной и разных видов непространственной близости, которые могут выступить предпосылками потоков знаний, показан прием визуализации структурно-технологической близости регионов.

В **заключении** сформулированы основные выводы и предложения по использованию результатов исследования.

Авторы выражают глубокую признательность за ценные рекомендации при проведении научных исследований по планам

НИР и грантам, а также в рамках диссертационного исследования и подготовки рукописи монографии, высказанные известными исследователями по проблематике экономики знаний, инновационной экономики, человеческого капитала, региональной экономики и эконометрического моделирования и анализа данных: ак. А.Г. Аганбегяну, чл-корр. РАН В.И. Суслову, докторам, профессорам К.П. Глуценко, В.В. Глинскому, Г.И. Идрисову, С.М. Дробышевскому, С.О. Каледжяну, А.В. Корицкому, Е.А. Монастырному, Н.А. Кравченко, Е.А. Коломак, А.Т. Юсуповой, Т.С. Новиковой, А.В. Новикову, А.С. Новоселову, М.А. Ягольницеру, Кристоферу Марку Дэвису и Кристоферу Джону Герри.

Мы благодарны коллегам к.э.н. А.А. Заболотскому и О.Н. Морошкиной, оказавшим поддержку в подготовке базы панельных данных, расчете матриц пространственной и непространственной близости и принявших участия в ряде совместных публикаций.

РАЗДЕЛ 1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ НА ДИНАМИКУ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА¹

С середины 60-х годов прошлого века в развитых странах структура экономики постепенно меняется под воздействием информатизации и достижений науки, примененных в высокотехнологичных отраслях и сфере услуг. Эти изменения принято связывать с экономикой знаний. Экономика знаний не умаляет значение традиционных производств, но по сравнению с материальными факторами все большее внимание акцентирует на человеческом капитале и его роли в организации производств и экономической отдаче знаний [Канева, Унтура; 2018]. Исследователи рассматривают сектора наука, образование, здравоохранение, информационно-коммуникационные технологии и высокотехнологичные отрасли как основу технологического базиса, обеспечивающего перетоки знаний в реальный сектор экономики. В структуре экономики «интеллектуальное ядро» составляет около 40% в ВВП развитых стран, а в России эта доля пока значительно меньше, примерно 15%.

Современное развитие экономической науки, в особенности эконометрического аппарата, позволило экономистам формализовать влияние секторов экономики знаний в рамках набора теоретических и эмпирических работ, дающих качественную и количественную оценку влияния науки и инноваций на темпы экономического роста стран (макро-уровень) и регионов (мезо-уровень). Экономический рост региона (или, наоборот, его отсутствие) являются показателем степени развития отдельной территории. В настоящей работе под экономическим ростом, в соответствии с принятым в макроэкономике определением, будет пониматься увеличение объемов производства и национального (регионального) дохода [Штерцер, 2007].

¹ Раздел подготовлен в рамках плана НИР ИЭОПП СО РАН по базовому проекту XI.174 0325-2019-0008 «Экономика Сибири и ее регионов в условиях внешних и внутренних вызовов и угроз: методология, тенденции, прогнозы».

Обзору моделей взаимосвязи экономического роста и науки и инноваций, посвящен Раздел 1 монографии. Обзор хронологически сравнивает содержание теоретических и эмпирических работ по взаимосвязи экономического роста и инновационной деятельности, в том числе на уровне регионов. Вначале будут представлены теоретические модели роста, а затем эмпирические работы, посвященные подтверждению теоретических концепций. Что касается теоретических моделей, то авторы постарались наиболее полно учесть все опубликованные подходы и концепции, а также имеющиеся обзоры по более узким темам [Harris, 2010; Зверев и Коломак, 2009; Autant-Bernard, 2012]. В рамках же эмпирических подходов обзор не претендует на полноту и исключительность, наоборот, приводит лишь некоторые примеры из большого числа эмпирических подходов к тестированию взаимосвязи между региональным ростом и инновационной деятельностью.

Глава 1

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИЙ И ЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ

1.1. Теоретические основы моделирования взаимосвязи влияния науки и инновационной активности на экономический рост

Многофакторная модель экономического роста была предложена австралийским экономистом Тревором Сваном и американским экономистом Робертом Солоу в 1956 г. [Swan, 1956; Solow, 1957]. *Модель Солоу-Свана* является неоклассической и основывается на критическом анализе кейнсианской модели Харрода-Домара [Harrod, 1939; Domar, 1946], в которой экономический рост маловероятен, поскольку условием его выполнения является одновременный рост в одинаковом темпе трех экзогенных (внешних) переменных модели – населения, отношения инвестиций и сбережений, коэффициента капитала. В модели Солоу-Свана задается производственная функция по типу функции Кобба-Дугласа, имеющая вид:

$$Y = F(A, L, K), \quad (1)$$

где L – это труд, K – капитал, а A – трудосберегающий технический прогресс.

Предположениями модели Солоу-Свана являются взаимозаменяемость ресурсов, постоянная отдача от масштаба, убывающая предельная производительность капитала, постоянная норма выбытия, отсутствие инвестиционных лагов.

Модель Солоу-Свана показывает, что состояние устойчивого равновесия экономики определяется как:

$$sf(k') = (d + n + g)k', \quad (2)$$

где n – темп роста населения, g – темп трудосберегающего технологического прогресса, d – норма выбытия, а k' – количество капитала в расчете на единицу труда с постоянной эффективностью ($k' = \frac{K}{L * E}$). При этом технологический прогресс является единственным условием непрерывного роста выпуска в расчете на одного занятого Y/L .

Модель Солоу-Свана позволяет определить оптимальный уровень нормы сбережения s , при которой потребление максимизируется. Этот уровень сбережений соответствует «золотому правилу накопления», при котором норма сбережения обеспечивает экономический рост с максимальным уровнем потребления. При этом выполняется условие «предельный продукт равен норме выбытия» ($MPK=d$), и с учетом роста населения (темп n) и технологического прогресса (темп g) выражение принимает вид:

$$MPK = d + n + g. \quad (3)$$

В модели Солоу-Свана также постулируется, что если экономики однородны, имеют равные нормы сбережения и отличаются лишь исходным уровнем дохода, то их траектория равновесного роста будет одной и той же, а их индивидуальные траектории будут сходиться к общей равновесной траектории. При этом душевые доходы в бедных экономиках будут расти быстрее, чем в богатых. Такая динамика называется абсолютной β -конвергенцией. Если же экономики неоднородны, то каждая из них имеет собственную траекторию равновесного роста, к которой сходится ее траектория роста. Такая ситуация называется условной β -конвергенцией.

На траектории равновесного роста в модели Солоу-Свана технический прогресс A является единственным фактором, которым удастся объяснить как рост, так и различия в доходах. Однако в модели технический прогресс задается извне, и модель не объясняет его, а рассматривает как данное. Таким образом, модель Солоу-Свана является экзогенной теорией экономического роста. Мерилом технического прогресса, долгосрочных технических изменений и технологической динамики является так называемый «остаток Солоу» – прирост выпуска, который

при постоянной отдаче от масштаба не может быть объяснен совокупным приростом труда и капитала¹.

Экономисты Р. Барро и Х. Сала-и-Мартин предложили эмпирическую эконометрическую модель, тестирующую модель Солоу-Свана, и его утверждение о конвергенции темпов роста различных стран и, впоследствии, регионов в статье в журнале «Journal of Political Economy» в 1992 г. [Barro and Sala-i-Martin, 1992]. Подробнее об этой модели речь пойдет в Разделе 2.

Самой простой моделью с эндогенным техническим прогрессом (или, альтернативно, моделью эндогенного роста)² является АК-модель и ее модификации. В АК-модели производственная функция линейно зависит от капитала и имеет вид:

$$Y = AK. \quad (4)$$

Капитал в модели рассматривается как совокупность человеческого и физического капитала, поэтому в ней отсутствует переменная L . В этой модели A описывает уровень технологии и является константой. Как видно из записи модели предельный продукт капитала (МПК) равен среднему продукту капитала (АПК). В модели также предполагается отсутствие убывающей отдачи от капитала, n – по-прежнему означает темп роста населения, а δ – амортизация равна нулю.

Модель АК связывают с работами С. Ребело [Rebello, 1989].

Основное уравнение в модели АК записывается в виде:

$$\dot{k}(t) = sf(k) - nk, \quad (5)$$

и дифференцирование данного уравнения позволяет определить темп прироста капиталовооруженности в устойчивом состоянии

$$\dot{k} = sA - n. \quad (6)$$

В модели АК предполагается, что экономика всегда (в отличие от модели Солоу-Свана) находится на траектории сбалансированного развития и рост в отсутствие убывающей отдачи

¹ Модель Солоу-Свана остается постоянной темой большого числа современных публикаций по различным направлениям. См., например, Audretsch [2014] о роли университетов в модели Солоу-Свана, Chen et al. [2014] о конвергенции в динамической записи модели Солоу-Свана, и Neto и Clayessen [2015] о миграции рабочей силы в пространственной модели Солоу.

² см. например [Акаев, 2015; Шалимов, 2015].

от капитала может продолжаться бесконечно [Rebelo, 1989]. Модель имеет множество модификаций, каждая из которых объясняет постоянную отдачу от капитала по-своему, например, через общественные блага, обучение в процессе деятельности (learning by doing), НИОКР.

П. Ромер [Romer, 1986] и Р. Лукас [Lucas, 1988] в моделях эндогенного роста представили свои аргументы и причины неубывающей отдачи от капитала. Эти модели являются основой теории эндогенного роста.

Модель Ромера (1986) является продолжением модели Эрроу [Arrow, 1962], в которой была сформулирована производственная функция следующего вида:

$$Y_i = A(K)F(K_i, L_i), \quad (7)$$

где i – это индекс фирмы.

В этой модели уровень технологического развития зависит от общего запаса капитала в экономике. Производственная функция в модели Ромера могла бы быть записана следующим образом:

$$Y_i = A(R)F(R_i, K_i, L_i), \quad (8)$$

где R_i – это результаты НИОКР частной компании i [Acs and Varga, 2002]. Таким образом, данная модель стала первой среди моделей эндогенного роста, в которой делалась попытка измерения влияния науки через НИОКР.

Источником роста в модели являются знания и обучение на собственном опыте (learning by doing), именно эти факторы лежат в основе неубывающей отдачи от капитала. Компания, увеличивая объемы собственного капитала, учится производить более эффективно. Обучение на собственном опыте происходит за счет инвестиций компании. В модели также предполагается, что знания каждой фирмы являются общественным благом, доступ к которому без каких-либо затрат может иметь любая фирма.

В модели Лукаса (1988) или модели Узавы-Лукаса [Uzawa, 1965; Lusas, 1988] производственная функция модели включает параметр H – общий уровень человеческого капитала в экономике:

$$Y_i = A(H)F(K_i, L_i). \quad (9)$$

Модель разделяет физический и человеческий капитал, каждый из которых производится по собственной технологии. Производство человеческого капитала происходит в секторе образования. Существенная особенность модели Узавы-Лукаса – это выделение двух путей влияния человеческого капитала на экономический рост: непосредственный рост эффективности производства как следствие повышения квалификации работников и экстерналии. Последние характеризуются неким средним значением человеческого капитала в экономике в целом [Кузнецов, Мичасова, 2010].

Равновесный темп роста экономики определяется в модели Узавы-Лукаса следующими параметрами:

- производственная функция сектора образования;
- индивидуальная ставка дисконта;
- параметр функции полезности репрезентативного потребителя θ .

В 1992 г. была опубликована модель Мэнкью-Ромера-Вейля [Mankiw et al., 1992], которая является модификацией модели Солоу-Свана с добавлением человеческого капитала. Человеческий капитал был включен в производственную функцию типа Кобба-Дугласа в качестве самостоятельного фактора экономического роста. При этом данная модель является экзогенной моделью экономического роста при убывающей отдаче физического и человеческого капитала и экзогенном темпе прироста технологии и эндогенной моделью экономического роста при постоянной отдаче человеческого и физического капитала в отсутствии технического прогресса. Мэнкью, Ромер и Вейл делают вывод о том, что чем дальше идет страна в своем экономическом развитии, тем большую роль для роста экономики играет качество или уровень развития человеческого капитала. Эмпирические выводы из этой модели качественно лучше объясняют межстрановые различия по доходу, чем модели, в которых, как и в модели Солоу-Свана, рассматривается только накопление физического капитала [Казакова, 2013].

Описанные выше модели представляют убедительное объяснение эндогенного роста на основе вложения в капитал в широком смысле. Однако, по мнению Гроссмана и Хелпмана [Grossman and Helpman, 1994], указывая на источники роста, они не мо-

гут объяснить механизм роста, в основе которого лежат инновации. Модель Гроссмана и Хелпмана [Grossman and Helpman, 1991] стала первой моделью эндогенного роста, связывающей технологический прогресс с инновационной деятельностью и инновациями. Восходя к логике Шумпетера, Гроссман и Хелпман (1991) рассматривают инновацию как новую комбинацию производственных факторов, мотивированную предпринимательским духом. Главным стимулом к созданию инновации является монопольная прибыль, то есть Шумпетер (как и Гроссман и Хелпман впоследствии) отходит от модели совершенной конкуренции. Создав и внедрив новую технологию, предприниматель становится монополистом на рынке продукции до тех пор, пока кто-то не создаст и не коммерциализирует более совершенную технологию, то есть следующую инновацию. Создавая новую технологию, предприниматель отнимает монопольную власть и разрушает прибыльный бизнес предшественника. Таким образом, у Шумпетера технический прогресс – это процесс «созидательного разрушения» [Шумпетер, 2008].

Модель Гроссмана и Хелпмана [Grossman and Helpman, 1991; Grossman and Helpman, 1994] относится к моделям созидательного разрушения. В качестве производственной функции авторы, как и в предыдущих исследованиях по эндогенному росту, используют функцию Кобба-Дугласа. Однако вместо традиционных факторов L и K , Гроссман и Хелпман предполагают, что в производстве продукта используются ресурсы в виде промежуточных продуктов, каждый из которых имеет градацию на «лестнице качества» (quality ladder). Таким образом, авторы предлагают трехсекторную модель эндогенного роста (сфера НИОКР, производство промежуточных и конечных товаров).

Технологические преимущества в модели представлены либо как улучшение качества существующих товаров (как промежуточных, так и конечных) либо как открытие новых типов продуктов. Это технологическое преимущество требует специальной исследовательской деятельности, вознаграждением за которую является монопольная рента от производственных инноваций через патентную защиту. Экономический рост в модели поддерживается, если не происходит убывающей отдачи, то есть отдача от новых исследований не сокращается по отношению к затратам на новые исследования.

Еще одной моделью эндогенного роста, в которой экономический рост связывают с инновациями, является модель Ф. Агийона и П. Ховитта [Aghion and Howitt, 1992], опубликованная в журнале «Econometrica». Модель является еще одним вариантом формализации теории созидательного разрушения. Также как модель Гроссмана и Хелпмана, данная модель предполагает трехсекторную экономику, производство промежуточных продуктов и осуществление технологических нововведений исследовательским сектором. При этом постулируется, что продолжительность периода между двумя исследовательскими нововведениями является случайной величиной по причине стохастического характера инновационной деятельности. Процесс появления успешных инноваций является случайным и задается в модели распределением Пуассона. Основной мотивацией к исследовательской деятельности в модели Агийона и Ховитта, согласно «созидательному разрушению», является монополистическая прибыль, получаемая успешным инноватором, которая сохраняется до тех пор, пока успешный конкурент не внедряет более совершенную разработку.

В модель вводится предположение относительно рабочей силы разной категории:

- 1) неквалифицированная рабочая сила (M), использование которой возможно только для производства товаров конечного потребления;
- 2) квалифицированная рабочая сила (N), которая может использоваться как в процессе проведения НИОКР, так и при производстве промежуточных товаров;
- 3) специалисты (R), занятые только в сфере НИОКР.

В модели авторы рассчитывают AGR – средний темп роста экономики, VGR – дисперсию среднего темпа роста и n^* – долю квалифицированной рабочей силы, связанную с производством промежуточных товаров и заработную плату с учетом производительности ω . Увеличение потока инноваций, масштаба влияния инноваций на экономику и доли квалифицированной рабочей силы n^* , связанной с производством промежуточных товаров, ведет на равновесной траектории к увеличению среднего темпа роста экономики.

Новизна и оригинальность модели Ф. Агийона и П. Ховитта (1992) заключается в возможности включить случайный процесс в модель экономического роста на основе инноваций. В модели также вводится предположение, о том, что результаты появления новой технологии доступны всем фирмам и исследователям, и любой может использовать эти результаты для создания следующей, более совершенной технологии. Это предположение позднее получило развитие в рамках концепции о перетоках знаний (knowledge spillover) и будет рассмотрено ниже.

Модели эндогенного и экзогенного роста относятся к макроэкономике и используют как макроэкономические, так и микроэкономические тождества и закономерности, однако существует ряд теорий о взаимосвязи между инновациями и экономическим ростом, которые были разработаны в смежных отраслях науки (например, экономическая география), либо же относятся к экономической науке, но носят более описательный характер. Среди подобных моделей следует выделить три основных направления.

Линейная модель инноваций, также известная как «традиционная модель фазового затвора» (traditional phase-gate model), является наиболее ранней моделью, объясняющей стадии инновационного процесса от появления изобретения до распространения инноваций [Bush, 1945; McLaurin, 1943]. Как следует из названия, в модели постулируется, что инновационный процесс является линейным и разделенным на обособленные стадии. Фундаментальные исследования и расходы на НИОКР (например, в определенном регионе), приводят к созданию изобретений, которые затем выходят на рынок и становятся инновациями, что приводит к экономическому росту в регионе. При этом приоритет отдается затратам на НИОКР, поскольку именно исследовательская деятельность запускает инновационный процесс. Различают две версии модели: модели технологического толчка или рывка (technology push) и модели стимулирования спроса (demand pull) [Linear model, 2017].

В 1950–1960-е годы была распространена линейная теория инноваций технологического толчка. Р. Ротвелл [Rothwell, 1994] называет этот период «инновационным процессом первого поколения». В этот период в Европе и США правительства в большом объеме финансировали НИОКР в университетах и государствен-

ных научных институтах. При этом процесс коммерциализации нововведений рассматривался как линейный процесс из следующих этапов: *фундаментальные исследования – опытно-конструкторские разработки и дизайн – производство – маркетинг – продажи.*

В теории технологического толчка не уделялось особого внимания роли спроса и рынка и их влияния на инновационный процесс. Концепция линейных инноваций изменилась в 1960–1970-х годах, в течение «инновационного процесса второго поколения» [Rothwell, 1994], когда крупным компаниям-производителям, в том числе инновационным, пришлось бороться за долю рынка. Стадии модели стимулирования спроса были следующими: *потребности рынка – НИОКР – производство – продажи.*

К концу 1970-ых годов стало понятно, что линейная теория инноваций не совсем адекватно описывает инновационных процесс, поскольку не учитывает взаимодействие между участниками инновационной деятельности.

Системный подход к инновациям или теория инновационных систем. Теория инновационных систем как часть институциональной экономики зародилась в середине 80-ых годах и являлась альтернативной неоклассическому подходу экзогенного и эндогенного роста. По мнению основателей теории инновационных систем К. Фримена [Freeman, 1987] и Б.-А. Лундвалла [Lundvall, 1985] неоклассическая экономика неадекватно трактовала технологический прогресс, не в полной мере учитывая влияние инноваций в экономике. Основой теории инновационных систем послужили работы экономистов Ф. Листа и Й. Шумпетера [Schumpeter, 1942] о технологическом прогрессе и инновациях.

Согласно теории инновационных систем *эффективность внедрения новых технологий и скорость распространения инноваций зависят от комбинации институтов и участников инновационного процесса* (предприятий, университетов, НИИ), названной Б.-А. Лундваллем [Lundvall, 1985; Lundvall, 1992] «инновационной системой». Уникальность комбинаций в различных странах позволяют говорить о «национальных инновационных системах» [Freeman, 1987]. Среди участников инновационного процесса можно назвать научные институты, университеты, пра-

вительства, предприятия, потребителей. При этом за каждым участником закреплена определенная роль (функция), а результат зависит от их взаимодействия. В настоящее время «концепция национальной инновационной системы (НИС) охватывает все основные составляющие инновационного процесса, включая организационные, социальные, политические и экономические факторы» [Golichenko, 2013, с. 35]. Полезность знаний в НИС состоит в том, чтобы содействовать инновационной деятельности и обеспечивать ее эффективность [Nelson, 1993].

В каждой национальной инновационной системе отчетливо прослеживаются территориальные различия в результативности инновационной деятельности. Эти различия характерны не только для государств с федеративным устройством, они также являются атрибутом стран с централизованной формой правления. Страны «с достаточно однородными темпами инновационной деятельности могут скрывать серьезные различия на местном или региональном уровне» [Howells, 1999, p. 69]. Стремление исследователей изучить влияние различных факторов (производственного, кадрового и ресурсного потенциалов, экономической политики, институциональной среды) на инновационную деятельность и локализацию инновационных процессов внутри территорий привело в конце 1990-х – начале 2000-х к созданию таких теоретических концепций как «обучающийся регион» («learning region» [Florida, 1995; Morgan, 1997], «инновационная среда» («innovative milieu») [Maillat, 1998], «кластер» [Porter, 1990] и «региональная инновационная система» [Cooke et al., 1997; Asheim and Isaksen, 2002]. Тезис о существовании региональной инновационной системы также поддерживается российскими экономистами. Так, В. Иванов пишет, что в каждом регионе должны быть созданы национальные региональные инновационные системы, учитывающие особенности, исторические и культурные традиции, обеспечивающие необходимые темпы экономического развития [Иванов, 2002].

Теория диффузии инноваций и перетоков знаний. Третье направление включает в себя две составляющие, а именно теорию диффузии инновации (diffusion of innovations) и теорию перетоков знаний (knowledge spillovers).

Автором теории диффузии инновации является социолог Э. Роджерс, который опубликовал книгу «Диффузия инновации» [Rogers, 1962]. Теория ставит целью объяснить скорость распространения различных продуктовых и процессных инноваций в обществе. При этом процесс диффузии подразделяется на пять этапов: 1) осведомленность; 2) убеждение; 3) решение; 4) реализация; 5) подтверждение. На первом этапе потребитель узнает о существовании инновации, на втором этапе происходит поиск дополнительной информации о новшестве. На третьем этапе пользователь принимает наиболее важное решение – будет ли он использовать эту инновацию. Затем на последних двух этапах пользователь начинает и продолжает использовать инновацию, при этом возможен как поиск дополнительной информации, так и рекомендация инновации своим знакомым.

Все пользователи разделяются в соответствии с теорией Э. Роджерса на 5 групп: инноваторы, первопроходцы, ранее большинство, позднее большинство, отстающие. Диффузия начинается с инноваторов и достигает 100%, когда «отстающие» начинают использовать данное новшество. При этом увеличение рыночной доли, занимаемой товаром, описывается логистической функцией. Логистическая кривая, описывающая диффузию инноваций, была ранее предложена Ц. Грилихесом [Griliches, 1957].

Теория перетоков знаний определяет переток как процесс, в рамках которого «знание, созданное одной компанией, может быть использовано другой без компенсации, или с компенсацией меньшей, чем стоимость самого знания» [Синергия пространства, 2012]. Положительные экстерналии в виде перетоков знаний оказывают стимулирующее воздействие на инновационную деятельность компаний. Перетоки знаний разделяются на перетоки (эффекты) Маршалла-Эрроу-Ромера или MAR [Glaeser et al., 1992] и Джейкобс-эффекты или перетоки [Jacobs, 1969]. Перетоки MAR связаны с кластеризацией компаний одной сферы деятельности на территории, то есть специализации территории в отдельной деятельности. Джейкобс-эффекты, наоборот, связаны с деятельностью разнообразных фирм на территории, а новые знания и их переток появляются вследствие диверсификации деятельности.

Помимо экстерналий на экономическое развитие и инновационную деятельность отдельной территории влияет географическая близость и возможность как явных, так и неявных знаний преодолевать расстояния. Учет расстояний был реализован в эмпирических работах по теории диффузий и инноваций, речь о которых пойдет в 1.2.

Производственная функция знаний (ПФЗ). Подход производственной функции знаний в чистом виде не описывает взаимосвязь между индикатором роста (ВРП, ВРП на душу населения и т.п.) и инновационной активностью. Этот подход описывает изменение и накопление запаса знаний в экономике (или регионе) и предполагает, что существует положительная взаимосвязь между ростом и запасом знания. ПФЗ была впервые представлена в работах Ц. Грилихеса [Griliches, 1979], а позднее также описанная в работе П. Ромера [Romer, 1990]. Строго говоря, производственная функция знаний не связана напрямую с темпами экономического роста территорий, однако важность данной концепции заключается в моделировании прироста общего запаса знаний и роли науки, с выделением патентной активности и человеческого капитала в этом процессе. В этой концепции запас знаний может служить индикатором¹ развития регионов (стран).

Схема моделирования производственной функции представлена в диссертационном исследовании Т.А. Штерцера [2007]. Эта схема представляет собой упрощенную диаграмму моделирования ПФЗ Ц. Грилихесом [Griliches, 1984].

Схема, представленная на рис. 1.1, показывает, как формируется новое знание. Пусть A ненаблюдаемая величина, и для ее производства используются ресурсы R . Рост запаса знания A приводит к изменению числа инноваций N в экономике. Переменные u и v это характеристики ненаблюдаемых случайных факторов

¹ В настоящей работе под индикатором понимаются «доступная измерению и изучению характеристика изучаемого объекта. В экспериментальной ситуации индикаторы замещают, обнаруживают, представляют другие характеристики обычно недоступные наблюдению – индикатор это частный случай показателя. Например, индикатором научно-технического уровня производства может служить число инженеров или ученых, занятых в этом производстве» [Экономико-социологический, 2013, с. 181]. Индикатор является частным случаем показателя, который может быть как количественным, так и качественным.

(в регрессии это ошибки наблюдения), они независимы. В качестве индикатора инновационных идей N в производственной функции знаний традиционно используются патенты, изобретенные и внедренные технологии, инновационная продукция.

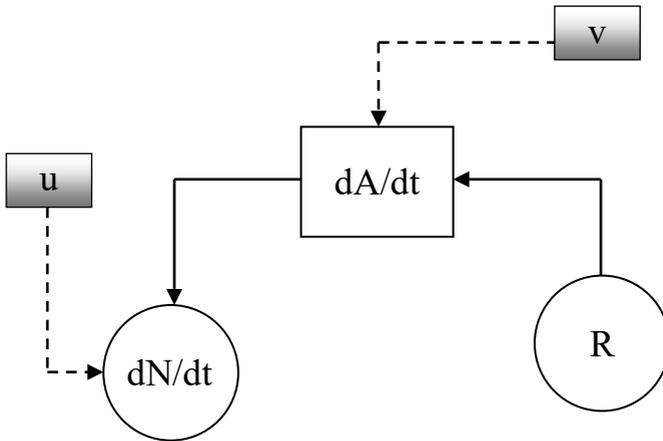


Рис. 1.1 Схема моделирования производственной функции знаний Грилихеса

Источник: [Штерцер, 2007].

В работе Пейкс и Грилихес [Pake and Griliches, 1984] авторы дорабатывают первоначальную схему моделирования производственной функции на уровне не всей экономики или региона, а фирмы, а также записывают систему уравнений, позволяющую объяснить взаимосвязь между элементами схемы.

Пространственная экономика и инновационное развитие регионов (или пространственная эконометрика инноваций). В настоящее время пространственная экономика получила признание как самостоятельная область экономической мысли. Предметом изучения пространственной экономики являются регионы, региональные системы, а также пространственные формы народного хозяйства и расселения, включая пространственные сети. В основе пространственной экономики лежит предположение, что расположение в пространстве влияет на экономическую деятельность агентов. Таким образом, пространственная экономика отходит от точечных подходов в макро- и мезо- экономике.

В отношении инновационного развития пространственный подход стал применяться в теории перетоков знаний, положив в 1988 г. с выходом монографии Л. Анселина «Пространственная эконометрика: методы и модели» [Anselin, 1988] начало *пространственной эконометрики инноваций*. В пространственной эконометрике инноваций действует Первый закон географии У. Тоблера «все влияет на все, но то, что ближе, влияет сильнее» [Tobler, 1970]¹. В отношении перетоков знаний существует обратная зависимость между интенсивностью перетоков и обменов знаниями и расстояниями, поскольку возможность прямого общения и перетоков неявных знаний (таких как создание единой научной школы, например) уменьшается с расстоянием. Пространственная эконометрика инноваций позволяет визуализировать и объяснить пространственную агломерацию, неравномерную концентрацию инновационной деятельности и наличие кластеров.

В пространственной эконометрике игнорирование возможных пространственных взаимодействий при проведении эмпирического оценивания на основе использования данных по различным регионам приводит к некорректным выводам в отношении величины и значимости влияния изучаемых факторов [Зверев, Коломак, 2010]. В этом случае имеет место эффект пропущенных переменных (*omitted variable bias*), в результате полученные эконометрические оценки будут смещенными и несостоятельными. Моделирование пространственных зависимостей происходит через пространственную автокорреляцию (для учета которой используются матрицы весов).

Существует несколько вариантов матрицы весов, одни из которых используются более часто, другие реже. Традиционно в эмпирических исследованиях используются две матрицы весов: матрица соседства и матрица обратных квадратов расстояний. Матрица соседства определяется следующим образом:

$$w_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j \\ 1, & \text{если } i \text{ граничит с } j \\ 0, & \text{если } j \text{ не граничит с } i \end{cases} \quad (10)$$

¹ В оригинале «Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things» (анг.).

В матрице соседства значение 1 присваивается элементу матрицы только в том случае, если регионы имеют общую границу.

Матрица обратных квадратов расстояний имеет следующую структуру:

$$w_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j \\ \frac{1}{d_{ij}^2}, & \text{если } i \neq j \end{cases}^1, \quad (11)$$

где d_{ij} – мера расстояния между объектами i и j .

Семь теоретических моделей разработаны для учета пространственного аспекта в кросс-секционных данных^{2,3}. Здесь мы рассмотрим две из них: модель с пространственным лагом (SAR – spatial autogressive model) и модель с пространственными ошибками (SEM – spatial error model).

Модель SAR имеет следующий вид

$$y = \rho W y + x \alpha + \varepsilon, \quad (12)$$

где y – это зависимая переменная, W – матрица пространственных весов, x – набор независимых переменных, ошибка $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$. Первый член в этом уравнении отражает пространственную зависимость независимой переменной. Данная модель используется для моделирования пространственного лага.

В случае моделирования экономического роста региона модель может быть записана следующим образом:

$$\ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}} = \alpha + \beta W \ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}} + \gamma X + \varepsilon_i, \quad (13)$$

где зависимая переменная $\ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}}$ это темп роста региона i за T лет, $y_{0,i}$ – ВРП региона i в момент времени 0, $y_{T,i}$ – ВРП

¹ О других вариантах матриц весов можно прочитать в [Зверев, Коломак, 2010].

² Кросс-секционное исследование (поперечное, одномоментное) – метод исследования разнообразной группы объектов (в нашем случае регионов) в одной временной отметке.

³ Данные модели обсуждаются в [Elhorst, 2014].

региона i в момент времени T , то есть на конец периода, X – матрица специфических факторов развития региона, как правило включающая макроиндикаторы развития человеческого капитала, наиболее часто долю населения с высшим образованием¹.

Модель SEM используется для моделирования пространственной неоднородности. Ниже представлена запись модели SEM для измерения регионального роста:

$$\ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}} = \alpha + \gamma X + u_i \quad (14, 15)$$

$$u_i = \lambda W u_i + \varepsilon_i$$

В данной модели пространственное взаимодействие происходит в ошибках, а набор переменных X также, как и в модели SAR, включает переменную человеческого капитала. Обе модели являются кросс-секционными. Модель SAR оценивается методом максимального правдоподобия, модель SEM — методом максимального правдоподобия и обобщенным методом моментов [Вакуленко, 2013]².

В последнее время стали активно развиваться динамические пространственные модели или пространственно-временные модели на основе панельных данных [Autant-Bernard, 2012]. Таким образом, возможности пространственной эконометрики инноваций были расширены с изучения одного года (кросс-секции) до изучения периодов лет (панель). Более подробно модели описаны в [Autant-Bernard, 2012]. Авторы обзора показали, что пространственная эконометрика инноваций как направление экономической науки лежит на стыке теоретического и эмпирического моделирования, основным аппаратом является эконометрическое моделирование.

¹ Harris [2011, p. 924] предлагает альтернативный вариант модели $\ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}} = \alpha + \beta W \ln y_{0,i} + \gamma X + \varepsilon_i$, которая, однако, не вытекает из модели SAR.

² Работа [Elhorst, 2014, p. 9] описывает более широкий набор базовых моделей пространственной эконометрики, а также представляет панельные аналоги данных кросс-секционных моделей.

Завершая перечень основных теоретических подходов, предлагающих модели, описывающие связь экономического роста в странах, регионах с показателями затрат и /или результатов науки и инновационной деятельности, отметим, что сосуществующие на сегодняшний день направления теоретических исследований эволюционируют и взаимопроникают в друг друга. В некоторых моделях (например, в модели Ромера) делается упор на экономический рост, в других – на зарождение и распространении инноваций (теория диффузий инноваций Э. Роджерса). При этом, за исключением теории региональных систем, региональный аспект моделей проявляется в попытке эмпирического тестирования теоретических предположений, уже установленных на уровне страны и на уровне региона. В пространственной эконометрике, можно увидеть симбиоз теоретических и эмпирических моделей.

Таблица 1.1 обобщает представления авторов об основных теоретических подходах к моделированию взаимосвязи экономического роста и инновационной деятельности. Кроме того, здесь же упомянуты количественные методы, используемые для моделирования взаимосвязи «рост-инновации» и примеры работ, в которых представлен каждый из методов.

Таблица 1.1

Теоретические и эмпирические подходы к моделированию взаимосвязи экономического роста и научной и инновационной деятельности

I. Теоретические модели	II. Эмпирические подходы
1	2
<p>1. <i>Макроэкономические модели</i></p> <p>1.1. Модели экзогенного роста – <i>Модель Солоу-Свана</i> [Solow, 1957] – <i>Модель Мэнкью-Ромера-Вейла</i> [Mankiw et al., 1992]</p> <p>1.2. Модели эндогенного роста – <i>Модель Ромера</i> [Romer, 1986] – <i>Модель Узавы-Лукаса</i> [Uzawa, 1965; Lucas, 1988] – <i>Модель Гроссмана и Хелпмана</i> [Grossman and Helpman, 1991; 1994] – <i>Модель Агйона и Ховитта</i> [Aghion and Howitt, 1992]</p>	<p>1. <i>Эмпирическое тестирование неоклассических моделей</i></p> <p>– <i>Модель Барро и Сала-и-Мартина</i> [Barro and Sala-i-Martin, 1992;1995]</p>

1	2
<p>2. Модели инновационной деятельности</p> <p>2.1. Линейная модель [Bush, 1945; McLaurin, 1953]</p> <p>2.2. Системный подход: национальные и региональные инновационные системы [Lündvall, 1985; 1992; Freeman, 1987]</p> <p>2.3. Теория диффузии инноваций и перетоков знаний [Rogers, 1962; Jacobs, 1969; Glaeser et al., 1992]</p>	<p>2. Эмпирические проверки моделей инновационной деятельности</p> <p>2.1. Эмпирические проверки системного подхода: национальная и региональные системы инноваций [напр. Fagerberg and Schrolec, 2008; Golichenko 2013.]</p> <p>2.2. Модели оценки перетоков знаний</p> <p>2.2.1. Модель перетока знаний Джаффе [Jaffe, 1986]</p> <p>2.2.2. Модель Одретча и Фелдман [Audretsch and Feldman, 1986]</p>
<p>3. Концепция производственной функции знаний (ПФЗ) [Griliches, 1979; 1984; Pakes and Griliches, 1984]</p>	<p>3. Эконометрические модели ПФЗ [напр. Anselin, Varga, Acs, 1997; Marrocu, Paci, Usai, 2013, Charlot et al., 2015]</p>
<p>4. Модели нелинейной динамики, стохастики, трендов и др. (см. п. 1.3)</p>	<p>4. Прочие эмпирические подходы [Айвазян и др., 2014; Романова и др., 2011]</p>

5. Пространственная эконометрика инноваций*

5.1. Модель с пространственными ошибками (SEM)

[Anselin, 1988; Лободина, Шмидт, 2013]

5.2. Модель с пространственным лагом (SAR) [Anselin, 1988]

5.3. Динамические пространственные модели [Aunant-Bernard, 2012]

Используемые методы:**

факторный анализ [Evangelista et al, 2002; Matinez-Pelittero et al, 2008], регрессионный анализ [Gumbau-Albert and Maudos, 2005; Kaneva and Untura, 2017; Rodriguez-Pose and Villarreal Peralta, 2015], функциональный анализ [Golichenko, 2013], байесовский подход [Frenkel, 2000], кластерный анализ [Hall, 2009], пространственная эконометрика [Коломак, 2009], методы экономической географии и матрица Морана [Torres Preciado et al., 2014], производственная функция знаний [Штерцер, 2007], модель производственного потенциала [Айвазян и др., 2014], нелинейное моделирование на основе синергетического подхода [Романова и др., 2011]

Примечание: * – данный подход лежит на стыке теории и практики;

** – в скобках указаны примеры работ, использующих указанные методы.

Источник: [Канева, Унтура, 2017b].

1.2. Эмпирическое моделирование экономического роста, основанного на инновациях

Параллельно с развитием теоретических моделей и подходов к объяснению взаимосвязи между экономическим ростом и инновационной деятельностью происходила разработка широкого набора эмпирических подходов к тестированию и проверке теоретических предположений. Авторы описывают и анализируют эти эмпирические исследования в настоящем разделе. В отличие от 1.1. исследования, в которой перечислены основные известные модели (колонка 1 табл. 1.1 части I) в 1.2 представлены примеры эмпирических моделей, но их список отнюдь не является исчерпывающим (колонка 2 табл. 1.1 в части II).

Эмпирическое тестирование неоклассических моделей роста. Экономисты Р. Барро и Х. Сала-и-Мартин были первыми, кто предложил эконометрическую модель, тестирующую модель Солоу и его утверждение о конвергенции темпов роста различных стран и, впоследствии, регионов [Barro and Sala-i-Martin, 1992]. Данная модель будет подробно описана в Разделе 2.

Эмпирические проверки системного подхода: национальные и региональные инновационные системы. В силу того, что системный подход, определяющий национальные и региональные инновационные системы, является более описательным, нежели макроэкономические модели эндогенного роста, в экономической литературе не существует большого количества работ, тестирующих предпосылки системного подхода с помощью аппарата математического моделирования.

Одной из таких работ является статья Я. Фагерберга и М. Шролека [Fagerberg and Schrolec, 2008], в которой авторы для тестирования предпосылок теории национальных инновационных систем используют факторный и регрессионный анализы с целью определения основных преимуществ или возможностей¹ стран-лидеров в инновационном развитии. Они определяют 25 индикаторов, относящихся к 9 основным группам:

- 1) технологические или инновационные преимущества;
- 2) степень открытости экономики страны;

¹ В оригинале capabilities (анг). [Fagerberg and Schrolec, 2008].

- 3) производственные возможности;
- 4) инфраструктура ИКТ;
- 5) навыки и человеческий капитал;
- 6) финансы;
- 7) качество управления;
- 8) социальные ценности;
- 9) тип политической системы.

Пользуясь инструментарием факторного анализа 25 индикаторов были сгруппированы в 4 фактора: инновационная система, управление, политическая система и открытость экономики. Было показано, что инновационная система напрямую связана с такими индикаторами как число патентов, доля населения с высшим образованием, число научных статей на душу населения, число пользователей интернета, то есть национальную инновационную систему определяли затраты на НИОКР и научные результаты, качество человеческого капитала и перетоки знаний через интернет. Данная работа является одной из немногих работ, представляющих количественные оценки детерминант национальной инновационной системы.

Работа О.Г. Голиченко [Golichenko, 2013] представляет методологию оценки национальных инновационных систем с помощью функционального анализа. Функциональный анализ подразделяет анализ НИС на 4 составляющие:

- 1) идентификация объекта и его экономической среды;
- 2) оценка эффективности деятельности объекта;
- 3) поиск и анализ факторов, определяющих эффективность объекта;
- 4) рассмотрение условий среды и институциональных условий.

По мнению автора принципиальной особенностью данного подхода является учет таких инновационно-стимулирующих процессов как трансфер знаний, включающий каналы передачи открытого знания, и каналы передачи коммерциализированного знания, в том числе овеществленные и не овеществлённые технологии.

Развитие национальных инновационных систем по мнению О.Г. Голиченко проходит в три стадии: стадию, основанную на ресурсах (resource-based); основанную на инвестициях (investment driven) или догоняющую (catch-up); и основанную на инно-

ваниях (innovation based). Для каждого периода и любой экономики в рамках предложенного подхода возможно определение приоритетов и целей развития. Преимуществом функционального подхода является возможность оценки эффективности деятельности НИС любой страны и сравнение оценок между собой. Автор в работе [Golichenko, 2013] использует функциональный подход для анализа инновационного развития России, Польши и Японии.

Среди *моделей перетока знаний* наиболее известны две модели – модель А. Джаффе и модель Д. Одретча и М. Фелдман. Однако данные модели скорее отражают влияние другой, негеографической близости, а именно технологической. А. Джаффе интерпретировал перетоки знаний как перетоки НИОКР, но использовал патентную статистику по классам патентов [Jaffe, 1986]. Используя функцию производства знаний, разработанную Ц. Грилихесом [Griliches, 1979], и число патентов как индикатор запаса знаний, на примере базы данных компаний США Джаффе показал, что увеличение НИОКР на 10% всеми фирмами приводит к росту количества патентов на 20%, подтверждая положительные эффекты перетока знаний. Таким образом, в модели нет прямой связи науки и инноваций с экономическим ростом, но присутствует связь с уровнем накопленных знаний по аналогии с ПФЗ.

Основной гипотезой исследования Одретча и Фелдман был тезис о том, что в экономике происходит кластеризация экономической деятельности в тех отраслях промышленности и в тех регионах, в которых происходят активные процессы генерации знаний. Д. Одретч и М. Фелдман рассматривали три источника знаний: НИОКР, высококвалифицированная рабочая сила и фундаментальные исследования [Audretsch and Feldman, 1996]. Основная гипотеза исследования была подтверждена с помощью базы данных о 8 тыс. инноваций (в виде патентов) в США в 1982 г. и регрессионной модели. Зависимой переменной в регрессии выступал коэффициент Джини, рассчитанный для измерения концентрации отраслей промышленности по штатам США, а независимые переменные включали затраты на НИОКР, долю квалифицированной рабочей силы и затраты на исследования в ВУЗах по отраслям промышленности. Коэффициенты при этих переменных были значимыми и положительными.

Пространственная экономика подчеркнула значимость перетоков знаний в анализе экономического роста. Теория перетоков знаний определяет переток как процесс, в рамках которого «знание, созданное одной компанией, может быть использовано другой без компенсации, или с компенсацией меньшей, чем стоимость самого знания»¹ [Синергия пространства, 2012]. Перетоки знаний играют важную роль в экономике знаний, по мнению Д. Одреча ключ к инновационной деятельности – в перетоках знаний, являющихся основой положительных экстерналий и источником экономического роста в пространственно-ограниченной системе [Цыплакова, 2010]. Учет перетоков знаний в моделях, отражающих влияние науки и инноваций на экономический рост, как правило основано на построении мер географической близости: индексов, связывающих затраты на НИОКР и меру расстояния между исследуемыми объектами, между которыми происходит переток знаний (например, расстояния между регионами). Предполагается, что географическая близость влияет на возможность распространения явных и неявных знаний, а влияние перетоков «затухает» с ростом расстояния.

Эмпирические исследования на основе производственной функции знаний. Первые эмпирические ПФЗ были проведены Ц. Грилихесом [Griliches, 1979] и его коллегой А. Пейксом в работе [Pakes and Griliches, 1984].

Названные авторы изменяют первоначальную схему моделирования производственной функции (рис. 1.1) на уровне всей экономики, адаптируя ее для фирмы (рис. 1.2), расширяя систему уравнений, позволяющую объяснить взаимосвязь между элементами схемы.

На схеме отражен процесс изменения ненаблюдаемого запаса знаний (K). Изменение во времени запаса знаний K обусловлено расходами на НИОКР (R) и вызывает изменение в патентной активности компании P (P – число патентов), а также напрямую оказывает влияние на производительность фирмы Z (наряду с другими факторами, объединенными в переменную X). Данная схема описывается уравнениями (16–18) [Теплых, 2016].

¹ Перетоки знаний можно рассматривать как пространственные корреляции между затратами на создание знаний (затратами на НИОКР или затратами за технологические инновации) для разных субъектов инновационной деятельности, в том числе для разных регионов РФ (прим. автора).

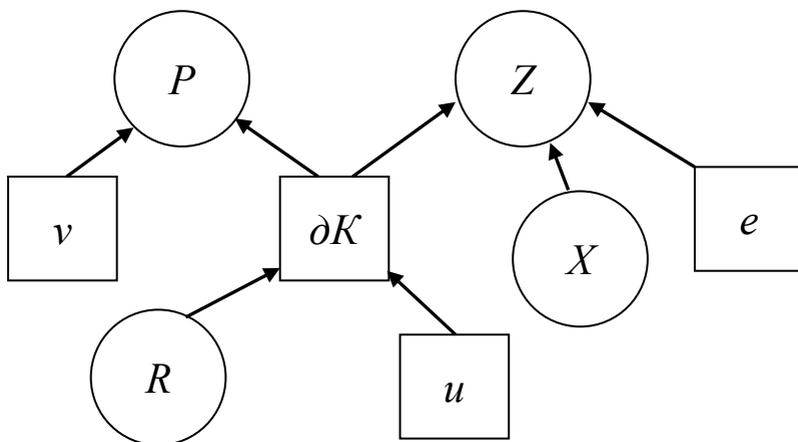


Рис. 1.2. Схема моделирования производственной функции знаний Пейкса и Грилихеса

Источник: [Теплых, 2016].

$$\partial K = R + u, \quad (16)$$

$$P = a\partial K + v = aR + au + v, \quad (17)$$

$$Z = b\partial K + cX + e = bR + bu + cX + e, \quad (18)$$

где u , v , e – случайные возмущения. В качестве производственной функции знаний в этой системе выступает уравнение (17), связывающее вложения в инновационную деятельность с результатом. В этом уравнении Пейкс и Грилихес предлагают использовать в качестве запаса (или капитала) знаний число патентных заявок. Такой подход позволяет разделить инновационный процесс на две части: 1) создание нового знания через инвестиции в НИОКР и 2) трансформацию нового накопленного знания (в виде патентов) в экономическую выгоду компании.

На базе уравнений (16–18) Пейкс и Грилихес проводят расчеты, имеющие целью оценить, является ли число патентных заявок качественным индикатором запаса знаний компании. Согласно их результатам, число патентных заявок является достаточно хорошим индикатором запаса знаний, при этом наилучшая функциональная форма связи НИОКР и патентов в производственной

функции знаний – логарифмическая, а влияние прошлых НИОКР можно учитывать пятым лагом.

Есть альтернативные записи производственной функции. Производственная функция знаний П. Ромера [Romer, 1990] записывается следующим образом:

$$\frac{dA}{dt} = \delta H^{\nu} A^{\zeta}, \quad (19)$$

где dA/dt – прирост нового знания, H – накопленный уровень человеческого капитала в секторе НИОКР, A – как и ранее, накопленный уровень знаний, δ , ν , ζ – параметры модели. В этой записи важно включение в детерминанты прироста знания человеческого капитала, который у П. Ромера подразделяется на занятый в производстве и в науке.

Начиная с 2000-х годов человеческий капитал в обязательном порядке включается в факторы, определяющие уровень запаса знаний в ПФЗ [см. например, Huallachain and Leslie, 2007; Marrocu et al., 2013; Charlot et. al, 2015; Бабурин, Земцов, 2016].

Одной из ранних работ по оценке ПФЗ была статья Л. Анселина и соавторов [Anselin, Varga, Acs, 1997] о влиянии университетских НИОКР на инновационную деятельность регионов США. При этом модифицировалась традиционная функция производства знаний – в ее правую часть были добавлены расходы на НИОКР в университетах (U), а запас знаний оценивался не количеством патентов, а числом продуктовых инноваций в штатах и графствах внутри штатов. Кроме того, в ПФЗ была включена мера географической близости (geographic coincidence index) и его 4 варианта. Один из вариантов стал широко использоваться в более поздних работах на тему перетоков знаний. Индекс перетока представлен ниже:

$$GRAV_i = \sum_j \frac{U_j}{d_{ij}^2}, \quad (20)$$

где U_j – затраты на НИОКР в университет в графстве j , d_{ij} – расстояние между графством j , в котором находится университет и графством i , в котором осуществляются расходы на НИОКР. Индекс для штата есть сумма всех индексов по графст-

вам [Anselin, Varga, Acs, 1997]. Исследование показало, что университетские НИОКР являются статистически значимым фактором, положительно влияющим на число инноваций в штатах США.

Начиная с 2000-х годов в качестве значимого фактора в ПФЗ также рассматривался уровень человеческого капитала [см., например, Charlot et al., 2015; Marrocu et al., 2013; Бабурин, Земцов, 2016], и сейчас человеческий капитал в обязательном порядке включается в факторы, определяющие уровень запаса знаний. Также в набор факторов включаются перетоки знаний с учетом матрицы расстояний W . Так, например, С. Шарлот и соавторы [Charlot et al., 2015] определяют *региональную производственную функцию знаний*, измеряющую запас знаний в регионе следующим образом:

$$K_{r,t} = f(RD_{r,t} + HK_{r,t} + WRD_{r,t} + WHK_{r,t} + U_{r,t}), \quad (21)$$

где r – регион, t – год, RD – затраты на НИОКР как % от ВРП региона; HK – запас человеческого капитала, рассчитанный как % населения с высшим образованием в регионе; WRD и WHK – переменные, отражающие перетоки НИОКР и человеческого капитала, U – набор ненаблюдаемых факторов, влияющих на запас знаний, f – функция Кобба-Дугласа.

WRD для региона r в момент времени t рассчитывается как

$$WRD_{r,t} = \sum_j w_{rj} * RD_{j,t}, \quad (22)$$

где

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } r = j \\ \frac{1}{d_{rj}}, & \text{if } r \neq j \end{cases} \cdot \left(\sum_j \frac{1}{d_{rj}} \right)^{-1}. \quad (23)$$

Аналогичным образом определяется WHK .

Запись ПФЗ в уравнении (21) позволяет провести панельную оценку ПФЗ по модели панельной регрессии с фиксированными эффектами.

Наконец, Э. Марокку, Р. Пачи и С. Усаи [Marrocu et al., 2013] дополнили производственную функцию знаний новыми факторами близости (помимо географической), а именно технологической, институциональной и организационной. Подробнее эти виды близости будут рассмотрены в Разделе 3.

Пространственная эконометрика инноваций. Сам подход пространственной эконометрики инноваций лежит на стыке теории и практики, поскольку основан на принципах регрессионного анализа. Среди множества работ в данном направлении авторы хотели бы выделить работу О. Лободиной и Ю. Шмидта [Лободина и Шмидт, 2013] как один из немногих примеров изучения пространственной взаимосвязи интенсивности инновационных процессов в России. Это исследование также связывает пространственную эконометрику инноваций и теорию производственной функции знаний, поскольку модель SAR в качестве зависимой переменной использует показатель «инновационная активность организаций» (% числа фирм, осуществляющих инноваций к общему числу фирм в регионе). В этой работе для изучения влияния пространственных факторов на инновационную Российская Федерация была разделена на регионы востока и запада по федеральным округам: к западу были отнесены Центральный ФО, Северо-Западный ФО, Южный ФО, Северо-Кавказский ФО, Приволжский ФО, к востоку – Уральский ФО, Сибирский ФО, Дальневосточный ФО.

Исследование подтвердило значимость и положительный эффект пространственного коэффициента, то есть увеличение инновационной активности в одном регионе приводило к росту доли инновационно-активных предприятий в других регионах. При этом значение коэффициента Запад-Восток было незначимым, а вот значение коэффициента Восток-Запад значимым и положительным, то есть активность предприятий восточных регионов способствовала повышению инновационной активности западных регионов [Лободина и Шмидт, 2013].

Другие эмпирические исследования. Авторы не претендуют на полноту проведенного анализа в части эмпирических подтверждений существующих теорий, поскольку на практике невозможно перечислить и описать все существующие эмпирические подходы.

В завершающей части раздела авторы хотели бы упомянуть две работы российских авторов, представляющих оригинальную методологию изучения взаимосвязи «рост-инновации».

Работа С. Айвязана и соавторов из ЦЭМИ РАН [Айвязян и др., 2014] посвящена методологии построения статистических и динамических эконометрических моделей производственного потенциала региона РФ. Эконометрические модели, зависимой переменной в которых является ВРП, показали, что параметры модели производственного потенциала за период 2002–2011 гг. для регионов РФ статистически не отличаются от параметров моделей, построенных по группам регионов лидеров или отстающих регионов, а потому разделение совокупности регионов на кластеры при изучении динамики роста, основанного на инновациях, нецелесообразно. Помимо этого, в работе продемонстрировано, что статистически значимый положительный эффект на ВРП оказывает оснащенность населений персональными компьютерами с доступом в интернет, что подтверждает тезис о ИКТ как одном из столпов экономики знаний [Айвязян и др., 2014]. В этой же работе упомянуто, что человеческий капитал существенно влияет на рост доходов населения [Chen and Dahlman, 2005], а, значит, и в целом на экономический рост.

В исследовании О. Романовой и соавторов из Уральского отделения РАН [Романова, и др., 2011] предложен синергетический подход к изучению влияния инновационной динамики на развитие региональной экономической системы с учетом нелинейных взаимосвязей неравновесных процессов обновления капитала и технологических изменений. Модель основана на совокупности дифференциальных уравнений трех групп: 1) уравнения с зависимой переменной ВРП; 2) с зависимой переменной «объем инновационной продукции»; 3) с зависимой переменной «затраты на НИОКР» и построении совокупности нелинейных уравнений динамики поведения нестационарных систем. Авторы используют кусочно-полиномиальные функции (сплайны) для анализа инновационной динамики Свердловской и Новосибирской областей с 1995 по 2008 г. Согласно полученным выводам, для развития областей в регионах должен существовать замкнутый цикл «идеи–инновации–технологии–финансы–производство» и активно развиваться внутренний рынок инноваций.

1.3. Хронология созданных теорий и эмпирических подтверждений

Авторами была составлена таблица 1.2, позволяющая наглядно представить хронологию развития теорий и эмпирических подтверждений взаимосвязи экономического (и регионального) роста и инновационной деятельности.

Таблица 1.2

Хронология развития теоретических и эмпирических подходов к изучению взаимосвязи экономического роста и инноваций

Период 1	Теория 2	Эмпирика 3
1940-е	1945 – линейная модель взаимосвязи экономического роста и инноваций [Bush, 1945]	Эмпирических проверок теорий взаимосвязи экономического роста и инноваций в этот период не было
1950-е	Модели экзогенного роста 1957 – модель экзогенного роста Солоу-Свана в 1957 г. [Solow, 1957; Swan,]	Эмпирических проверок теорий взаимосвязи экономического роста и инноваций в этот период не было
1960-е	1962 – теория диффузии инноваций [Rogers, 1962] 1965 – модель Узавы [Uzawa, 1965] 1969 – теория перетоков знаний [Jacobs, 1969]	Эмпирических проверок теорий взаимосвязи экономического роста и инноваций в этот период не было
1970-е	1979 – концепция производственной функции знаний [Griliches, 1979]	Эмпирических проверок теорий взаимосвязи экономического роста и инноваций в этот период не было
1980-е	1985 – Системный подход: национальные и региональные инновационные системы [Lundvall, 1985] Модели эндогенного роста 1986 – модель Ромера [Romer, 1986] 1988 – модель Узавы-Лукаса [Lucas, 1988] 1988 – пространственная эконометрика инноваций, модели SAR и SEM [Anselin, 1988]	1986 – модель перетока знаний Джаффе [Jaffe, 1986] 1986 – модель Одретча и Фелдмана [Audretsch and Feldman, 1986]

Окончание табл. 1.2

1	2	3
1990-е	1991 – модель Гроссмана и Хелпмана [Grossman and Helpman, 1991] 1992 – модель Агийона и Хоувитта [Aghion and Howitt, 1992]	1995 – модель Барро и Сала-и-Мартина [Barro and Sala-i-Martin, 1995] 1997 – эконометрические модели ПФЗ [Anselin, Varga, Acz, 1997]
2000-е	Развитие предшествующих теорий	2008 – эмпирическая проверка системного подхода – национальная инновационная система [Fagerberg and Scholec, 2008]
2010-е	2012 – динамическая пространственная модель [Autant-Bernard, 2012] 2013 – модель с пространственными ошибками [Лободина, Шмидт, 2013]	2011 – Прочие эмпирические подходы – синергетический подход [Романова и др, 2011] 2013 – эмпирическая проверка системного подхода – национальная инновационная система [Golichenko, 2013] 2013 – эконометрические модели ПФЗ [Marrocu et al., 2013] 2014 – Прочие эмпирические подходы – модель производственного потенциала [Айвазян и др., 2014] 2015 – эконометрические модели ПФЗ [Charlot et al., 2014] 2017 – Прочие эмпирические модели – модель Сала-и-Мартина с добавлением перетока знаний [Rodriguez-Pose and Villrreal-Peralta, 2015]

Примечание: в таблице в столбце 2 указаны только первые работы в рамках каждого из направлений, чтобы показать хронологию их развития.

Источник: составлено авторами.

Согласно табл. 1.2 теории экономического роста и влияния инноваций развивались в основном в 40-е – 90-е годы прошлого века, при этом наиболее активная работа над теориями проходила в 1980-е годы. Таблица 1.2 дает наглядное представление о вре-

менном разрыве между созданием теорий и работами по их эмпирической проверке. Из приведенных нами примеров эмпирических исследований первые работы такого плана относятся к 1980-м годам, а модель Барро и Сала-и-Мартина по эмпирической проверке модели Солоу относится к 1990-ым, что означает более чем тридцатилетний разрыв между теорией и практикой. Существование временного разрыва объясняется тем, что для реализации эмпирических исследований сначала должны были получить развитие количественные методы, в первую очередь эконометрические. Активное развитие эконометрики в 80-х и 90-х годах прошлого века обусловило появление большого числа эмпирических работ, тестирующих взаимосвязь «рост–инновации». Как свидетельствует табл. 1.2, тестирование методов продолжается и по настоящее время.

Настоящая глава завершает авторский аналитический обзор теоретических моделей и эмпирических исследований, подтверждающих теоретические гипотезы о взаимосвязи экономического роста и инновационной деятельности, начиная с 40-х годов прошлого века.

Рассмотрев модели экономического роста на макро-, мезо- и микроуровне, мы выявили, что некоторые модели, особенно пространственной эконометрики, имеют множество различных спецификаций на мезоуровне. Среди эмпирических исследований наиболее широко развиваются направления по эконометрической оценке производственной функции знаний и оценке различных видов моделей роста на базе модели Барро и Сала-и-Мартина (например, Канева и Унтура, 2017; Rodriguez-Pose and Villrreal-Peralta, 2015).

Описанная типология моделей, возможно, окажется полезна тем экономистам, которые продолжают развивать теоретические и эмпирические модели связи показателей экономического роста с развитием науки и инноваций при определенных ресурсных и институциональных ограничениях.

Здесь мы не приводим многие другие интересные недавно опубликованные направления моделирования в области пространственной эконометрики в регионах России [Aldieri et al., 2017], а также в эндогенного роста (например, исследование В.М. Полтеровича [Полтерович, 2017] и динамических трендов

экономического развития [Акаев, Садовничий, 2017]. Статьи содержат развернутый математический аппарат, что позволяет читателю самостоятельно изучить связи между моделями шумпетерианской динамики и стохастическими дифференциальными уравнениями. Кроме того, в них приведена библиография, показывающая эволюцию развития данных направлений.

Авторы не претендуют на всеохватывающий обзор, и будут признательны за критические замечания с позиций дальнейшей систематизации зарубежных и российских публикаций в названной области по критериями: теория–эмпирика–хронология спецификации на региональном уровне.

Глава 2

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ РФ

2.1. Индикаторы инновационной активности и экономическое неравенство регионов РФ

В настоящей главе представлены разработки авторов по эконометрическому моделированию экономического роста в регионах РФ на основе данных о инновационном развитии территорий. Авторы описывают созданный подход к многоаспектному анализу регионального роста, которые позволяет для отдельной страны и ее регионов определить факторы¹ или управляющие параметры инновационной деятельности, а также выделить среди набора показателей, включающего индикаторы инновационной деятельности, статистически значимые детерминанты экономического роста. Многоаспектный анализ также призван учитывать перетоки знаний и географическую близость между регионами. Среди математических методов, применяющихся в рамках многоаспектного анализа, следует назвать факторный анализ, регрессионные модели – панельная модель с фиксированными эффектами и обобщенный метод моментов – а также иерархический кластерный анализ.

Подход находится в русле эмпирических работ по установлению и проверке взаимосвязи между региональным ростом и наукой и инновациями, описание которых было дано в главе 1 и отражено в табл. 1.1 (правая колонка). Более конкретно, предложенный многоаспектный анализ совмещает в себе положения трех теорий о влиянии инновационного развития на экономический рост регионов: 1) линейной инновационной модели; 2) теории о региональных и национальных инновационных системах и 3) теории о диффузии инноваций. В рамках многоаспектного

¹ Или латентные переменные (latent variables) [Conduct Factor Analysis, 2018].

анализа некоторые гипотезы о влиянии инновационной деятельности на рост в регионе базируются на линейной модели и системном подходе, а включение перетоков затрат на НИОКР и технологические инновации основано на предположениях о перетоке знаний.

Многоаспектный анализ позволяет проводить анализ на мезоуровне, то есть на уровне регионов федеративного государства. Он может быть адаптирован для любой страны, в составе которой выделяются административные единицы мезо-уровня, и по которым собирается официальная статистика.

Многоаспектный анализ основан на наборе индикаторов инновационного развития, собранных Росстатом, в качестве информационной базы для исследования процессов роста в регионах РФ. Эти индикаторы являются входными данными многоаспектного анализа, из них формируются факторы, управляющие инновационным развитием субъектов федераций РФ. Ниже подробно указаны индикаторы, различные периоды времени, за которые была подобрана статистика по ним, и, наконец, условия неравномерности экономического развития регионов России, которые позволяют лучше представить возможности и ограничители роста в каждом из регионов.

Авторами была использована статистика по 12 индикаторам инновационной деятельности за период 2007–2013 гг. Статистика по инновационной деятельности разбита на три группы показателей согласно международной методике Logframe, используемой, в частности, Всемирным банком [Logical framework, 2010]. Согласно методике все индикаторы инновационной деятельности могут быть разделены на четыре класса: С1 – используемые ресурсы или вход, С2 – выполнение мероприятий или выход, С3 – непосредственные результаты, С4 – долгосрочные результаты или последствия. На «входе» для введения «мощностей» затрачиваются материальные, нематериальные и денежные ресурсы. «Результат» определяется качеством выходных индикаторов, например, патентами, а «последствия» определяют влияние первоначальных затрат на одну из сфер благосостояния человека [Канева, 2011а]. В табл. 2.1 представлен перечень индикаторов инновационной деятельности.

Таблица 2.1

**Переменные, использованные в анализе экономического роста
в регионах РФ**

Показатель	Обозначение	Группы показателей по методике LOGFRAME
1	2	3
<i>Зависимая переменная</i>		
Валовый региональный продукт	X_{13}	C_4
<i>Независимые переменные</i>		
<i>Индикаторы инновационной деятельности</i>		
Число организаций, выполнявших исследования и разработки, ед.	X_1	C_1
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, чел.	X_2	C_1
Число аспирантов, чел.	X_3	C_1
Число созданных передовых технологий, ед.	X_4	C_3
Число использованных передовых технологий, ед.	X_5	C_2
Удельный вес организаций, выполняющих исследования и разработки в общем числе организаций, % (инновационная активность организаций)	X_6	C_1
Затраты на технологические инновации, млн руб ¹ .	X_7	C_1
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	X_8	C_3
Объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации, млн руб.	X_9	C_3
Подано заявок на изобретения, шт.	X_{10}	C_1

¹ [Затраты на технологические инновации, 2016].

Окончание табл. 2.1

1	2	3
Выдано патентов на изобретения, шт. ¹	X_{11}	C_2
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.	X_{12}	C_1
<i>Перетоки инновационной деятельности</i>		
Перетоки затрат на технологические инновации (индекс доступности)	$SPX7$	C_1
<i>Инвестиционно-производственный фильтр</i>		
Объем инвестиций в основной капитал, млн руб.	$invest$	C_1
Выпуск аграрного сектора, млн руб.	$agri$	C_3
<i>Социальный фильтр</i>		
Уровень безработицы в регионе, % (на основе выборочных исследований)	$unemp$	C_1
Доля занятого населения в регионе в возрасте до 30 лет, %	$young$	C_1
<i>Институциональный фильтр</i>		
Рейтинг институционального потенциала рейтингового агентства «Эксперт-РА»	$inspot$	C_2

Источником данных стали сборники «Регионы России», выпускаемые Федеральной службой государственной статистики РФ [Регионы России, 2014; Регионы России, 2015; Регионы России, 2016], а также другие массивы данных Росстата [Федеральная служба, 2016]. В исследовании рассматриваются данные

¹ Очевидно, что показатели X_{10} и X_{11} не включают множество непатентованных изобретений и инноваций. С другой стороны, существуют так называемые «спящие патенты» (*sleeping patents*), которые так никогда и не превращаются в продукты или процессы. Наконец, все патенты разнообразны: некоторые отражают лишь небольшие улучшения продуктов, в то время как другие являются по-настоящему революционными. Используя индикаторы патентования, необходимо понимать, что мы недооцениваем инновационную активность фирм, предпочитающих открытую коллаборацию индивидуальным проектам с последующим патентованием [Канева, 2011b].

индикаторы за разные временные периоды, входящие в более длинный период 2005–2013 гг.

Авторы используют два набора показателей: номинальные значения и дефлированные (с учетом инфляции) значения. В случае дефлирования базовым годом является год первого наблюдения, которым выбран 2004 г.: для периода с 2005 г. по 2013 г. в наборе данных для ВРП на душу населения используется первый лаг, сдвигая первый год до 2004 г. Дефлирование проводится как на национальном уровне с учетом национального дефлятора для ВРП на душу населения, так и на национальном уровне с использованием региональных индексов потребительских цен. Методология дефлирования обсуждается ниже.

Охарактеризуем представленные индикаторы. Инновационная деятельность осуществляется «организациями, выполняющими исследования и разработки». При этом среди индикаторов инновационной активности также присутствует «удельный вес организаций, выполняющих НИР в общем числе организаций». Статистика о занятости в науке и инновационной деятельности представлена показателем «численность персонала, занятого исследованиями и разработками» и отдельно «числом аспирантов» для выделения наиболее молодых и творческих участников исследовательской деятельности.

Затратными показателями являются индикаторы «внутренние затраты на исследования и разработки» (млн руб.) и «затраты на технологические инновации» (млн руб.). Затраты на технологические инновации собираются Росстатом по форме №4-инновация «Сведения об инновационной активности организаций» и, помимо непосредственных затрат на НИОКР, включают капитальные затраты на приобретение оборудования, необходимого для осуществления инновационной деятельности; затраты на производственное проектирование; на приобретение новых технологий; затраты на подготовку и переквалификацию персонала в связи с внедрением технологических инноваций; затраты, связанные с маркетингом¹ или внедрением технологических инноваций. Наконец, в инновационной деятельности используются материа-

¹ Подробнее о затратах на маркетинговые и организационные инновации в промышленности РФ см. [Унтура и Канева, 2010].

лизованные знания в форме патентов («подано заявок на изобретения»). Все перечисленные выше индикаторы в терминологии Logframe являются ресурсными (C1).

К индикаторам выхода (C2) относятся одновременно создаваемые и используемые в инновационной деятельности передовые технологии («число использованных передовых технологий») и патенты («выдано патентов на изобретения»).

Непосредственными результатами инновационной деятельности (C3) являются «объем инновационных товаров, работ, услуг» и «объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации».

В настоящем исследовании в качестве индикатора «последствия» инновационного развития C4 использован ВРП и ВРП на душу, поскольку авторы подразумевают, что инновации в итоге должны содействовать повышению уровня социально-экономического развития.

Прежде чем приступить к анализу взаимосвязи между ВРП и индикаторами инновационной активности, необходимо привлечь внимание к неравномерности инновационной деятельности и экономического развития в регионах РФ. В работе [Gennaioli et al. 2014] авторы поставили Россию на второе место среди 82 стран в соответствии с неравномерностью доходов по регионам (после Тайланда). Согласно статистике Росстата в 2013 г. разница по среднедушевому доходу населения в месяц в 2013 г. составила 4,85 раза (Москва vs. Ингушетия), в 2017 г. — 4,75 раза (Чукотский АО vs. Тыва)^{1,2}, тогда как разница по ВРП на душу населения в текущих ценах в 2005 г. составила 38,6 раз (Тюменская область vs. Ингушетия), однако неравенство несколько уменьшилось к 2013 г., когда эта разница между Тюменской областью и Чеченской республикой составила 15,3 раза.

Значительные различия наблюдаются в отношении инновационной деятельности и затрат на нее. Так, отношение между

¹ Из рассмотрения исключены Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО и Ханты-Мансийский АО, поскольку они не включены в 80 регионов, анализируемых в комплексном подходе, и входят в состав других субъектов Федерации.

² Данные предоставляются Росстатом с 2013 г. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/bednost/tab1/tab-bed1-2-6.htm (дата обращения: 20.12.2018).

минимальным и максимальным числом научных работников в регионах составила 800 раз, а отношение между минимальными и максимальными затратами на науку – 6000 раз [Kaneva and Untura, 2017].

В табл. 2.2 представлены индикаторы инновационной активности, сгруппированные по регионам 4 типов: тип 1 – наиболее развитый инновационный потенциал¹; тип 2 – развитый инновационный потенциал; тип 3 – инновационный потенциал добывающих регионов и тип 4 – отстающие. Авторы воспользовались методологией отнесения региона к одному из четырех типов, разработанной Е. Ленчук и основанной на кластерном анализе [Региональная инновационная политика, 2013]. Разница в значениях индикаторов для различных типов дает представление о неравенстве в инновационной деятельности в регионах РФ в 2011 г.

Таблица 2.2

**Инновационные индикаторы для регионов
с различной степенью развития инновационного потенциала**

Тип региона	Занятые в НИОКР на 100 занятых в экономике	Доля внутренних затрат на НИОКР в ВРП, %	Доля затрат на технологические инновации в ВРП, %	Доля инновационных продуктов и услуг в общем объеме выпуска, %
Российская Федерация, среднее значение	1,09	1,35	1,62	6,3
Тип 1 ^a	1,3	1,66	2,11	6,4
Тип 2 ^b	0,74	1,13	2,04	7,55
Тип 3 ^c	0,26	0,26	0,97	6,98
Тип 4 ^{d,e}	0,22	0,3	0,9	4,12

Примечание: ^a – **Тип 1** (наиболее развитый инновационный потенциал): инновационно-активные регионы в основном в Европейской части России: Владимирская область, Калужская область, Московская область, Рязанская область,

¹ Под инновационным потенциалом в экономической литературе подразумевается способность региона создавать и внедрять инновации. Аналог в английском языке: innovative capacity of a region, regional innovative capacity.

Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Ярославская область, Москва, Калининградская область, Ленинградская область, Новгородская область, Санкт-Петербург, Ростовская область, Нижегородская область, Челябинская область, Омская область.

^b – **Тип 2** (развитый инновационный потенциал): инновационно активные регионы Поволжья и Сибири: Воронежская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Удмуртия, Республика Чувашия, Пермская область, Кировская область, Пензенская область, Самарская область, Саратовская область, Ульяновская область, Свердловская область, Красноярский край, Новосибирская область, Томская область, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Магаданская область.

^c – **Тип 3** (добывающие регионы): Краснодарский край, Волгоградская область, Оренбургская область, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ, Иркутская область, Кемеровская область, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область.

^d – **Тип 4** (отстающие): Республика Адыгея, Республика Дагестан, Республика Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Ставропольский край, Астраханская область, Республика Марий Эл, Курганская область, Республика Алтай, Республика Бурятия, Алтайский край, Забайкальский край, Амурская область, Еврейская автономная область, Белгородская область, Ивановская область, Костромская область, Курская область, Орловская область, Смоленская область, Вологодская область, Псковская область.

^e – **Не относятся ни к одному из типов** (не вошли ни в один из кластеров): Чукотский автономный округ, Республика Калмыкия, Республика Ингушетия, Республика Тыва, Республика Хакасия, Республика Чечня.

Источник: [Региональная инновационная политика, 2013]

Значения показателей в табл. 2.2 свидетельствуют о существенном неравенстве между четырьмя типами регионов. Отношение в индикаторе «занятые в НИОКР на 100 занятых в экономике» между типами регионов с минимальным и максимальным значением составляет 6 раз; для индикатора «доля внутренних затрат на НИОКР в ВРП» – 5,5 раз; для «доли затрат на технологические инновации в ВРП» – 2,3 раза, для «доли инновационных работ и услуг в общем объеме выпуска» – 1,8 раза. Многоаспектный анализ инновационной деятельности и экономического роста регионов учитывает существующую неравномерность развития через использование панельной регрессии с фиксированными эффектами [Kaneva and Untura, 2017]. Эконометрическая модель учитывает связи между ВРП в регионах, инновациями и ненаблюдаемыми характеристиками, являющимися источниками

неравенства, такие как инвестиционный климат, институциональная среда, прозрачность процедур ведения бизнеса [Монастырский и Салаков, 2015].

Особое влияние на темпы и характер роста регионов оказывают перетоки знаний. По мнению Ц. Грилихеса наибольший положительный эффект на экономический рост территории оказывают невоплощенные перетоки знаний, которые определяются как «идеи, заимствованные исследователями отрасли i у исследователей отрасли j » [Griliches, 1992]. В соответствии с утверждением Ц. Грилихеса авторы исследуют перетоки затрат на НИОКР и перетоки затрат на технологические инновации. В теории потоков знаний предполагается, что регионы, расположенные близко к другим регионам с высокими затратами на НИОКР будут расти быстрее нежели регионы, рядом с которыми нет регионов, интенсивных по НИОКР [Мейсснер, 2012].

Измерение перетоков в экономической литературе основано на индексе доступности, предложенном в работе [Shurmann and Talaat, 2000]. Индекс доступности (accessibility index) записывается следующим образом:

$$A_i = \sum_j g(W_j) f(c_{ij}), \quad (24)$$

где $g(W_j)$ – функция деятельности (activity function), а $f(c_{ij})$ – функция сопротивления (impedance function). В качестве функции деятельности $g(W_j)$ будем использовать затраты на технологические инновации. Функция $f(c_{ij})$ рассчитывается по следующей формуле:

$$f(c_{ij}) = \frac{1}{d_{ij}} \cdot \sum_j \frac{1}{d_{ij}}, \quad (25)$$

где d_{ij} — расстояние между регионами i и j [Rodriguez-Pose and Villarreal Peralta, 2015].

Наиболее часто в зарубежной экономической литературе в качестве функции деятельности рассматриваются внутренние

затраты на НИОКР, таким образом определяя перетоки НИОКР. Выбор индикатора затраты на технологические инновации в качестве функции деятельности для определения переменной SPX7 авторы обосновывают комплексным характером показателя «технологические инновации» в российской статистике, составляющие которого уже были описаны выше. Таким образом, перетоки на технологические инновации не только измеряют возможность знаний преодолевать расстояния и распространяться, но также (в дополнение к перетокам НИОКР) учитывают межрегиональные эффекты перетока знаний и навыков персонала, занятого в НИОКР и эффектов от установки нового оборудования в одном регионе на научную и инновационную деятельность в других регионах. Также как образующий его показатель «затраты на технологические инновации» перетоки технологических инноваций являются показателем C1 в терминологии Logframe.

В табл. 2.1 также представлены дополнительные переменные, описывающие социальные, экономические и институциональные условия в регионах России или, согласно терминологии [Rodríguez-Pose, Crescenzi, 2008], «фильтры».

A. Rodríguez-Pose, [Rodríguez-Pose, 1999] указал на важность социального фильтра при оценке влияния инновационной деятельности в регионе на экономический рост территории. Под социальным фильтром понимался набор факторов, связанный с уровнем развития человеческого капитала и демографической структурой региона. Автор утверждал, что территории, характеризующиеся большой долей молодежи, населения с высшим образованием и занятостью в высокотехнологичных отраслях, обладают более высоким инновационным потенциалом. Инновации в таких регионах способны дать больший прирост ВРП по сравнению с остальными регионами. Положительный эффект социального фильтра был подтвержден расчетами по регрессионной модели, связывающей темп роста ВРП на душу населения и инновационную активность регионов в работах [Crescenzi et al., 2007; Rodríguez-Pose and Crescenzi, 2008]. В настоящем исследовании несколько индикаторов будут включены в состав социального фильтра. В табл. 2.1 в фильтр включены показатели безработица в регионе и доля населения до 30 лет. В терминологии Logframe социальный фильтр является ресурсным индикатором (C1).

Помимо моделей с социальным фильтром в экономической литературе известны регрессионные модели, дополненные инвестиционно-производственными [Бараков, 2013] и институциональными фильтрами [Экономико-географические аспекты, 2007; Idrisov et al., 2015].

Мы будем использовать инвестиционно-производственный фильтр, отражающий производственную структуру региона через индикаторы «инвестиции в основной капитал» и «выпуск аграрного сектора». Инвестиции в основной капитал являются фактором, способным мультиплицировать эффект от внедрения инноваций. Технологические и продуктовые инновации, приводящие к обновлению производственной базы предприятий, имеют больший положительный эффект на величину валового продукта региона по сравнению с инновациями в отсутствие инвестиций. Выпуск аграрного сектора включен в состав инвестиционно-производственного фильтра для выделения преимущественно аграрных регионов и отделения их от регионов, в структуре выпуска которых доминирует промышленное производство. Также, как и социальный фильтр, инвестиционно-производственный фильтр относится к ресурсным индикаторам (C1).

Качество экономических институтов и уровень развития институциональной среды, стимулирующей или, наоборот, препятствующей инновационному развитию, являются одними из ключевых параметров экономического роста [Feldman and Massard, 2002; Nelson, 2008]. Уровень развития институтов трудно измерить количественно, поэтому, как правило, для его описания используются качественные показатели. В нашем случае в состав институционального фильтра был включен рейтинг институционального потенциала агентства «Эксперт» для регионов РФ [Инвестиционный потенциал, 2015]. Рейтинг публикуется с 2000 г. ежегодно, является одной из составляющей инвестиционного потенциала; ранг 1 соответствует наилучшему институциональному климату, 85 – наихудшему. Институциональный фильтр в терминологии Logframe является индикатором выхода (C2).

Набор показателей в табл. 3 является исходными данными для комплексного подхода к анализу взаимосвязи между инновационной активностью и экономическим ростом в регионах РФ. Ниже перейдем к методам работы с ними.

2.2. Формулировка принципов многоаспектного анализа взаимосвязи между наукой, инновационной активностью и региональным ростом в России

Идея многоаспектного анализа к моделированию взаимосвязи между инновационной деятельностью и экономическим ростом регионов РФ разрабатывалась авторами на протяжении нескольких лет. Отдельные модули комплексного подхода, а также взаимосвязь между ними обсуждались в публикациях [Канева, 2012a; Канева, 2012b; Канева, Унтура, 2013; Канева, Унтура, 2017; Унтура, Канева, 2014; Унтура, Канева, 2017; Канева, 2019; Kaneva and Untura, 2013; Kaneva and Untura, 2014; Kaneva and Untura, 2017; Kaneva and Untura, 2018a; Kaneva and Untura, 2018b].

Многоаспектный анализ создан для решения следующих задач:

- 1) Выделение латентных переменных или факторов, связанных с инновационной деятельностью в регионе, сокращение числа индикаторов инновационной деятельности до набора, соответствующего выделенным факторам. Поскольку переменные из набора позволяют выделить скрытые (латентные) управляющие параметры инновационной деятельности, они способны более точно по сравнению с первоначальным набором индикаторов объяснить изменения в результирующем показателе (ВРП).
- 2) Определение степени влияния индикаторов инновационной деятельности на показатель регионального роста в рамках регрессионной модели, учитывающей инвестиционные, производственные, социальные и институциональные характеристики каждого из регионов на протяжении определенного периода времени T .
- 3) Определение влияния перетоков знаний, овеществленных в форме НИОКР и технологических инноваций, на экономический рост в регионах.
- 4) Классификация регионов РФ (на примере регионов Сибирского федерального округа) в однородные кластеры на основе данных об инновационной активности на их территории для выработки органами власти дифференцированной политики, направленной на стимулирование долгосрочного экономического роста на территории СФО.

Первая задача решается путем применения факторного анализа к группе индикаторов инновационной деятельности. Вторая, третья и четвертая задачи решаются построением регрессионных моделей. Для решения второй задачи используется панельная регрессия с фиксированными эффектами в двух спецификациях в логарифмах. Для решения третьей задачи панельная регрессия с фиксированными эффектами дополняется переменными переток НИОКР и технологических инноваций, а также используется обобщенный метод моментов (регрессия Ареллано-Бонда). Для решения четвертой задачи применяется иерархический кластерный анализ.

Комплексность многоаспектного подхода проявляется в:

- 1) одновременном использовании нескольких методов статистического анализа (факторного, регрессионного и иерархического кластерного анализа);
- 2) возможности выбора исследователем набора индикаторов инновационной деятельности в зависимости от того, какие показатели представлены в официальной статистике на уровне регионов;
- 3) возможности включения по выбору исследователя различных фильтров – контрольных переменных в регрессии.

Разработанный подход к многоаспектному анализу универсален, поскольку он может быть применен к любой территории, разделенной на административные регионы, официальная статистика по которым собирается центральным статистическим органом. Первоначально сформулированный для Российской Федерации, подход к многоаспектному анализу (при условии доступности статистики) может использоваться для аналогичного анализа для стран Европы, США, Канады, Мексики¹ и других государств. Схема комплексного подхода приведена на рис. 2.1.

¹ Некоторые модули комплексного подхода ранее применялись для анализа экономического роста в Мексике в работе [Rodríguez-Pose, Villareal Peralta, 2015].



Рис. 2.1. Схема многоаспектного анализа влияния науки, инноваций и здравоохранения на экономический рост в регионах РФ

Методика дефлирования в комплексном подходе

Перевод переменных, выраженных в номинальных ценах и описывающих региональные различия, в реальные цены¹ на практике может осуществляться несколькими способами, основными из которых являются дефлирование:

- 1) на основе национальных дефляторов;
- 2) на основе региональных дефляторов, одним из которых является региональный индекс потребительских цен (ИПЦ).

В случае дефлирования на основе национальных дефляторов исследователь пользуется опубликованными в официальной статистике дефляторами ВВП, представленным по годам² (табл. 2.3), и на их основе получает реальные значения показателей с разбивкой по регионам.

Таблица 2.3

Индексы-дефляторы ВВП в рыночных ценах (процент)

Год	Значение
2005	119,3
2006	115,2
2007	113,8
2008	118
2009	102
2010	114,2
2011	115,9
2012	107,4
2013	105

Источник: Росстат

¹ Корректировка ВРП сторону увеличения называется инфлированием, в сторону уменьшения – дефлированием.

² Центральная база статистических данных (ЦБСД), Федеральная служба государственной статистики Росстат, <http://cbsd.gks.ru/> (дата доступа: 08.02.2019).

Дефлирование по ИПЦ имеет ряд серьезных недостатков.

Во-первых, как следует из определения индекс потребительских цен отражает изменение цен на потребительские товары, однако ВРП и другие анализируемые в монографии показатели (например, затраты на НИОКР и затраты на технологические инновации) не являются потребительскими товарами. Уровни цен в принятом за базовый 2004 г. не являются одинаковыми, поскольку ИПЦ рассчитывается для каждого отдельного региона. Есть у этого метода и ряд преимуществ. Как пишут О. Луговой, С. Дробышевский и соавторы, которые используют дефлирование по ИПЦ для расчета регрессий динамики экономического роста: «валовой региональный продукт в рамках настоящего исследования отражает уровень доходов (богатства) населения в данном регионе, поэтому в качестве дисконтирующего фактора используется показатель, отражающий изменение номинальных величин с точки зрения потребительских возможностей населения», а региональные дефляторы в РФ по точности и аккуратности расчета уступают региональным индексам потребительских цен [Факторы экономического роста, 2005, с. 278]. Сала-и-Мартин отмечает, что использование дефляторов, одинаковых для регионов в один и тот же год, является лишь «вторым наилучшим» и может быть использовано только тогда, когда «недоступны данные по уровню цен для отдельных штатов, а использование одного и того же дефлятора для различных штатов (например, дефлятора ВВП, *прим. автора*) представляет собой источник потенциальной ошибки двух типов.

Во-вторых, если абсолютная покупательная способность различается по штатам, то уровни реального дохода на душу населения также измерены неверно» [Sala-i-Martin, 1996, p. 229]. В работе [Barro and Sala-i-Martin, 1991, p. 43] авторы отмечают, что «в том случае, если цены различны по различным штатам в один и тот же момент, то предпочитаемым методом использования дефляции является использование ИПЦ для каждого штата». В настоящем исследовании используются оба типа дефлирования, и по ИПЦ для различных регионов так и дефлирование по дефлятору ВВП, при этом авторы принимают недостатки обоих методов. Использование каждого из методов для различных массивов данных отдельно оговаривается и обосновывается.

При использовании региональных дефляторов исследователь на основе информации с разбивкой по регионам и по годам имеет возможность скорректировать значения для каждого временного периода по каждому региону. Авторы настоящего исследования использовали для этой цели массив индексов потребительских цен¹ для регионов РФ за период с 2004 г. по 2013 г. Базовым годом являлся 2004 г.

В отношении зависимой переменной моделей догоняющего роста – темпа прироста ВРП на душу населения – применялся иной подход. Для моделей с реальными значениями независимых переменных на основе национального дефлятора использовались данные, представленные Росстатом: индексы физического объема ВРП на душу населения в постоянных ценах. Таким образом, в то время как независимые переменные были дефлированы на основе национального дефлятора (см. табл. 2.3), зависимая переменная модели – темпы прироста ВРП на душу населения – не нуждалась в дефлировании и была взята непосредственно из официальной статистики².

С учетом методологической разницы оба подхода – с национальным дефлятором и с региональными дефляторами авторы используют в работе оба подхода, каждый раз указывая на выбор подхода. В рамках многоаспектного анализа в факторном и регрессионном анализах применяется дефлирование на основе ИПЦ, в то время как в рамках модели догоняющего роста основным методом является дефлирование на основе национального дефлятора, поскольку оно позволяет использовать индексы физического объема.

¹ <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi?pl=1902001> (дата доступа: 08.02.2018)

² Авторами были проведены расчеты на основе регионального дефлятора для модели с темпами прироста ВРП на душу населения, однако этот метод не использовался в диссертации, поскольку были выявлены существенные различия между индексами физического объема в постоянных ценах и полученные реальными значениями темпов прироста ВРП на душу населения на основе ИПЦ.

Факторный анализ для выделения основных драйверов экономического роста

Идея факторного анализа состоит в сжатии матрицы признаков в матрицу с меньшим числом переменных, сохраняющую почти ту же самую информацию, что и исходная матрица. В основе моделей факторного анализа лежит гипотеза, что наблюдаемые переменные являются косвенными проявлениями небольшого числа латентных переменных или факторов. Справедлива следующая формула:

$$X_i = \sum_{k=1} a_{ik} F_k + U_i, \quad (26)$$

где F_i – общий фактор, U_i – специфический фактор, а a_{ik} – факторная нагрузка фактора k для переменной i .

Из формулы (26) следует, что любая переменная есть линейная комбинация факторов. При этом дисперсия переменной раскладывается на общность и специфичность, где общность представляет собой часть дисперсии, объясненную фактором, а специфичность – часть необъясненной дисперсии. Один из наиболее распространенных методов факторного анализа – метод главных компонент – состоит в последовательном поиске факторов. Вначале ищется первый фактор, который объясняет наибольшую часть дисперсии, затем независимый от него второй фактор, объясняющий наибольшую часть оставшейся дисперсии, и т.д. Интерпретация факторов происходит на основе факторных нагрузок и названий (меток), которые приписывают фактору, опираясь на переменные, входящие в него.

Согласно теории факторного анализа, данный метод применим только к массивам данных, для которых справедливы следующие утверждения:

1. Количество наблюдений превышает 300.
2. Коэффициент общности больше 0,5.
3. Во избежание мультиколлинеарности из анализа исключаются переменные, корреляция которых с другими переменными больше 0,8.
4. Определитель корреляционной матрицы больше чем 0,00001. Матрица является положительно определенной.

5. Матрица не может быть единичной. Уровень значимости теста Бартлетта (Bartlett test) находится в пределах от 0 до 0,05.
6. Статистика теста Кайзера-Мейера-Олкина (Kaiser-Meyer-Olkin test) больше 0,5 [Field, 2013].

Факторный анализ выделяет латентные драйверы инновационной деятельности регионов РФ на основе набора индикаторов науки и инноваций за определенный период времени. В многоаспектном анализе он используется для обсуждения приоритетов инновационной политики государства. Для иллюстрации возможностей факторного анализа как инструмента анализа инновационных процессов и их соответствия заявленным приоритетам государственной политики рассмотрим «Стратегию развития науки и инноваций до 2015 г.» (далее Стратегия). Документ был разработан и утвержден Министерством науки и образования РФ. Основной целью Стратегии стало «формирование сбалансированного сектора исследований и разработок и эффективной инновационной системы, обеспечивающих технологическую модернизацию экономики и повышение ее конкурентоспособности... и превращение научного потенциала в один из основных ресурсов устойчивого экономического роста» [Стратегия, 2006]. Документ стал первой официальной стратегией в области науки и инноваций, ему предшествовало утверждение основных направлений политики РФ в области инновационной системы на период до 2010 г. Предполагалось, что Стратегия будет реализовываться в три периода: с 2006 г. по 2007 г., с 2007 г. по 2010 г. и с 2011 г. по 2015 г. В 2011 г. на основе данного документа и в соответствии с Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» [Федеральный закон, 1996] была разработана и принята более общая «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.» [Стратегия инновационного развития, 2011].

Наше исследование охватывает первые два периода Стратегии (1 период – с 2006 г. по 2007 г. и 2 период – с 2007 г. по 2010 г.) и позволяет связать приоритетные направления в инновационной политике с результатами, нашедшими отражение в официальной статистике в форме индикаторов науки и инноваций, а также позволяет оценить эффективность внедре-

ния Стратегии на темпы экономического роста регионов. Факторный анализ для этих двух периодов времени проводился с целью проанализировать, как определенные государством приоритеты, реализованные в рамках Стратегии реализации науки и инноваций до 2015 г. в первый и второй периоды, были связаны с реальными инновационными процессами в регионах.

Анализ проводился для массива данных номинальных значений, массива реальных данных, скорректированных по ИПЦ, и реальных данных с использованием дефлятора ВВП. Однако процедура факторного анализа для набора факторов 2011 г. на основе дефляторов ВВП не удовлетворяла условию на определитель корреляционной матрицы ($> 0,00001$), либо же, при выполнении данного условия, выделяла только один фактор вместо двух, который включал 4 переменные с низкими общностями (возможный набор, X_4, X_7, X_8, X_{12} , $D=0,040$, значения общности для $X_8=0,501$). В связи с этим далее рассматриваются два набора данных – в номинальных значениях и в реальных значениях, скорректированных на основе региональных ИПЦ.

В табл. 2.4 представлены результаты факторного анализа индикаторов инновационной деятельности регионов РФ в 2007 и 2011 гг.¹ В оба года было выделено два фактора: первый фактор связан с созданием нового знания, тогда как второй фактор относится к производству инновационной продукции и совпадает для обоих периодов.

Рассмотрим подробнее первый фактор и проследим его связь с реализацией государственной стратегии развития науки и инноваций на период до 2015 г.

В 2007 г. первый фактор характеризовался тремя показателями: внутренними затратами на исследование и разработки, количеством выданных патентов и числом созданных технологий. Значимость переменной «затраты на НИОКР» соответствует целевым установкам первого этапа Стратегии (2006–2007 гг.): «развитие сектора исследований и разработок, в первую очередь опережающее развитие фундаментальной науки» [Стратегия, 2006].

¹ Ранее авторами был проведен факторный анализ для регионов Сибири и временного периода 2007–2010 гг. Основные результаты приведены в работах [Канева, Унтура, 2013; Kaneva, Untura, 2013].

Таблица 2.4

Факторный анализ индикаторов инновационной деятельности в 2007 и 2011 гг.:
матрица повернутых компонентов

Показатель	2007		2011		2011	
	Фактор 1_2007_ном Затраты на НИОКР и создание нового знания	Фактор 2_2007_ном Выпуск инновационной продукции	Фактор 1_2011_ном Затраты на технологические инновации и создание нового знания	Фактор 2_2011_ном Выпуск инновационной продукции	Фактор 1_2011_реал_ИПЦ Затраты на технологические инновации и создание нового знания	Фактор 2_2011_реал_ИПЦ Выпуск инновационной продукции
1	2	3	4	5	6	7
8) Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб. (X_{12})	0,955	0,135				
Выдано патентов на изобретения, шт. (X_{11})	0,920	0,144	0,937	0,106	0,954	0,135
Число созданных передовых технологий, шт. (X_4)	0,903	0,286	0,820	0,290	0,802	0,296
Затраты на технологические инновации, млн руб. (X_7)			0,884	0,320	0,889	0,344

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб. (X_8)	0,173	0,958	0,241	0,965	0,287	0,957
Объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации, млн руб. (X_9)	0,152	0,962	0,291	0,952	0,238	0,970

8

Примечание: в ячейках указаны корреляции между переменными и факторами; переменные, входящие в фактор, окрашены серым использован метод вращения varimax, два выделенных фактора объясняли 84,83% и 87,77% общей дисперсии факторов для данных 2007 и 2011 гг. соответственно в номинальных величинах и 87,40% в реальных величинах на основе индексов ИПЦ.

Предполагалось, что в этот период приоритеты оказания государственной поддержки будут смещены в сторону поддержки проектов на ранних стадиях реализации. В группе мероприятий отдельно были выделены меры по «поддержке патентования научной деятельности государственными научными и образовательными организациями» [Стратегия, 2006]. Связь между поставленными целями, установками по управлению ресурсами и мероприятиями в первый период получила количественное подтверждение в составляющих первого фактора «затраты на НИОКР и создание нового знания» в 2007 г. (см. табл. 2.4).

Состав первого фактора в 2011 г. претерпел изменения по сравнению с 2007 г. Вместо индикатора «затраты на НИОКР» в первый фактор вошел индикатор «затраты на технологические инновации». Это изменение соответствует целевым установкам и мероприятиям программы на втором этапе (2007–2010 гг.), в течение которого акцент был смещен на определение перспективных направлений технологического развития и рост инвестиций в проекты по этим направлениям. В этот период предполагалось оказывать усиленную поддержку проектам по созданию технологических заделов и критических технологий из списка, утвержденного Президентом РФ [Перечень критических технологий, 2011]. В рамках реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и приоритетов технологического развития планировалось значительно увеличить софинансирование работ в рамках ГЧП [Стратегия, 2006]. Последнее означало, что государство стремилось не только увеличить собственные вложения в инновации, но и стимулировать инновации частного сектора.

Изменения составляющих фактора 1 в 2011 г. по сравнению с 2007 г. с индикатора «затраты на НИОКР» на «затраты на технологические инновации» позволяет говорить о достижении целей второго этапа. Инновационный процесс стал трактоваться шире, упор был сделан не только на создание первичного знания в процессе НИОКР, но также и на производство (затраты на технологическую подготовку производства, капитальные вложения в приобретение машин и оборудования) и продажу инноваций (затраты на маркетинговые исследования). Важно подчеркнуть, что составляющие факторы при использовании номинальных и реальных показателей совпадают.

С точки зрения методики Logframe фактор 1 как в 2007 г., так и в 2011 г. является смешанным, поскольку он содержит индикаторы входа С1 (X_{12} в 2007 г. и X_7 в 2011 г.), выхода С2 (X_{11}) и результата С3 (X_4). Он охватывает весь инновационный процесс от инвестиций через НИОКР и возможное патентование до создания производственных технологий. По нашему мнению, связанность переменных для различных стадий методики Logframe отражает неявные знания (tacit knowledge), лежащие в основе создания нового знания и овеществлённого в передовых технологиях. Второй фактор – «выпуск инновационной продукции» – является результирующим фактором в терминологии Logframe (С3).

2.3. Эконометрическое моделирование регионального роста как составляющая многоаспектного анализа

Влияние как индикаторов науки и инноваций, так и различных фильтров на экономический рост отдельных территорий страны за определенный период времени позволяет проанализировать эконометрическая модель панельных данных.

В качестве индикатора экономического роста в литературе и в моделях традиционно используются либо ВРП [Kaneva and Untura, 2017] либо ВРП на душу населения [Бараков, 2013; Ulku, 2007], его темпы прироста на душу населения [Чиньяно, 2015; Crescenzi, 2005; Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015], либо валовая добавленная стоимость [Gumbau-Albert and Maudos, 2006].

В данном разделе построены эконометрические модели с использованием 1) ВРП (в моделях панельной регрессии) и 2) прироста ВРП на душу населения в качестве зависимых переменных (в моделях «догоняющего роста» и моделях Ареллано-Бонда).

В качестве независимых переменных в регрессии из всего набора переменных инновационной активности (см. табл. 2.1) использовались в качестве независимых переменных только те, которые вошли в состав 1 и 2 факторов в факторном анализе (см. табл. 2.4). К этим переменным были добавлены переменные социально-экономического, инвестиционно-производственного и институционального фильтров (см. табл. 2.1).

В базе данных число наблюдений для каждого из 18 индикаторов по каждому региону составило 400.

При построении модели панельной регрессии автором тестировались следующие гипотезы:

Н1. В соответствии с линейной моделью инноваций следующие индикаторы оказывают положительное влияние на ВРП:

- затраты на технологические инновации (С1);
- число выданных патентов на изобретения (С2);
- число созданных передовых технологий (С3);
- объем инновационных продуктов, работ, услуг (С3).

В модели делается следующее предположение: в линейной модели инноваций вложения в НИОКР стимулируют выпуск инновационной продукции, который, в свою очередь, трансформируется в рост валового регионального продукта. В терминах инновационных индикаторов в гипотезе **Н1** это означает, что затраты на технологические инновации овещаются в патентах на изобретения. На основе патентов затем осуществляется выпуск инновационных товаров и услуг, который материализуется в рост ВРП.

Социально-экономический, инвестиционно-производственный и институциональный фильтры добавляются в панельную регрессию как независимые переменные.

Доля занятого населения в возрасте от 15 до 29 лет (%). Из-за активной миграции населения в возрасте 22–29 лет (то есть выпускников вузов и молодежи) данный показатель является наилучшей прокси-переменной¹ для скорости обновления массива знаний и набора навыков, нежели показатель «доля занятого населения в возрасте 15–24 года», использовавшийся в работе [Rodriguez-Pose and Crescenzi, 2008].

Н2. Регионы с большей долей занятого населения в возрасте 15–29 лет характеризуются более высокой инновационной активностью и более высокими уровнями ВРП.

¹ Прокси-переменная или замещающая переменная в регрессии это некоторый заменитель отсутствующей переменной, использование которого более полезно, нежели полное пренебрежение и исключение этой переменной из регрессии. Примером прокси-переменной является IQ для измерения природных способностей человека [Цыплаков, 2008].

Эконометрическое моделирование роста регионов ЕС показало, что человеческий капитал и образование оказывают положительный эффект на ВРП [OECD 2009a; 2009b]. Показатель «доля занятого населения в возрасте от 15 до 29 лет» является переменной, описывающей обновления существующего запаса знания. Положительный коэффициент при этой переменной в панельной регрессии означал бы, что экономический рост в регионах осуществляется через использование нового знания, в то время как отрицательный коэффициент показывал бы, что опыт и навыки старшего поколения более важны для экономического роста, нежели креативность молодежи.

Уровень безработицы (по данным выборочного исследования, %). Из экономической литературы [Gregory and Patuelli, 2013] известно, что высокий уровень безработицы может привести к снижению ВРП. Помимо этого, безработица связана с несоответствием уровня квалификации рабочей силы той квалификации, на которую предъявляют спрос современные производства. В работе был сделан выбор в пользу уровня безработицы, оцененного по данным выборочного исследования, так как имеются многочисленные свидетельства [например, Peters, 2010] того, что уровень зарегистрированной безработицы в России недооценивает реальный масштаб безработицы (многие граждане не регистрируются в качестве безработных на бирже труда).

Инвестиционно-производственный фильтр состоит из двух индикаторов.

Инвестиции в основной капитал. Технологические и продуктовые инновации, приводящие к обновлению производственной базы предприятий, приводят к более высокой производительности и росту валового продукта региона.

Вторым индикатором инвестиционно-производственного фильтра является *выпуск аграрного сектора*. Традиционно сельское хозяйство принято относить к низкоинновационным отраслям с низкой производительностью труда и низкой инновационной активностью [Rodriguez-Pose and Crescenzi, 2008]. Выпуск аграрного сектора включается в модель панельной регрессии как контрольная переменная.

Качество экономических институтов в регионе является одним из ключевых факторов экономического роста [Feldman and

Massard, 2002; Nelson, 2008], отсутствие четко установленных правил способно создать барьеры для развития экономической деятельности и привести к росту транзакционных издержек [North, 1990]. При этом качество институтов – трудноизмеримый параметр, среди его оценок преобладают качественные индикаторы. Некоторые индикаторы доступны только для национального уровня или отдельных регионов (пример: индикатор «Ведение бизнеса-2012» для 30 городов РФ) [Ведение бизнеса, 2012].

Ранг институционального потенциала рейтингового агентства «Эксперт-РА». В качестве индикатора качества институциональной среды в работе использовался рейтинг агентства «Эксперт» институционального потенциала регионов РФ [Институциональный потенциал, 2014]. Институциональный потенциал отражает наличие организационных структур, обеспечивающих условия для деловой активности хозяйствующих субъектов региона. Рейтинг был впервые представлен в 2000 г. и с тех пор публикуется ежегодно. Ранг 1 соответствует наилучшему институциональному климату, 83 – наихудшему. Используются данные с 2007 по 2011 гг.

В связи с тем, что ранг инновационного потенциала является не непрерывной, а ранговой переменной, он был заменен на 8 фиктивных переменных, определяющих «децильные группы». В первую группу входят регионы с рейтингами от 1 до 10, во вторую с 11 по 20 и т.д. Последняя, восьмая группа, включает регионы с рейтингом от 71 до 83¹.

Н3. Переход из более высокой в более низкую «децильную группу» по институциональному потенциалу приводит к снижению ВРП.

Перетоки знаний – это обмен идеями между индивидами. Перетоки знаний материализуются через затраты на НИОКР и затраты на технологические инновации (которые включают затраты на НИОКР). Теория диффузии инноваций и перетоков знаний утверждает, что знания способны преодолевать админист-

¹ Данный рейтинг включает в себя ранги от 1 до 83, поскольку рассчитывается для 83 субъектов федераций. Мы исключаем из рассмотрения три региона – Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО и Ханты-Мансийский АО, однако рейтинг не изменяем. Поэтому в нашем случае есть регионы с рангами 81,82. Отсутствуют регионы с рангом 83.

ративные границы и стимулировать технологические изменения, как в самом регионе, так и в соседних территориях [Audretsch and Feldman, 1996]. Географическая близость приводит к большому положительному влиянию знаний на инновации в соседних и близлежащих регионах.

Н4. Перетоки знаний, представленные в модели индексом доступности с затратами на технологические инновации, оказывают положительный эффект на региональный рост.

Описательная статистика используемых в модели переменных представлена в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Описательная статистика зависимой и независимых переменных с использованием абсолютных и логарифмированных значений для номинальных значений индикаторов

Переменная	Среднее	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
1	2	3	4	5
<i>Количественные переменные: абсолютные значения (N=400)</i>				
ВРП (X13), млн руб.	442365,20	986236,90	15108,50	10021557
Число созданных передовых технологий (X4), ед.	10,90	25,86	0	205
Число выданных патентов (X11), ед.	272,38	838,00	0	9013
Затраты на технологические инновации (X7), млн руб.	5187,47	11584,78	0	171476,70
Объем инновационных продуктов и услуг (X8), млн руб.	15868,34	32512,26	0	270281,70
Объем инновационных продуктов и услуг фирм, осуществляющих технологические инновации (X9), млн руб.	14267,44	31092,32	0	270280,30

Продолжение табл. 2.5

1	2	3	4	5
Перетоки затрат на технологические инновации (SPX7)	5916,11	3051,24	1458,78	21035,97
Инвестиции в ОК (invest), млн руб.	109154,00	161884,30	2396,00	1298360,00
Выпуск аграрного сектора (agri), млн руб.	31896,00	32788,43	0	239235
Уровень безработицы (unemp), %	8,68	6,74	0,80	53,30
Доля занятого населения от 15 до 29 лет (young), %	24,96	2,35	14,60	33,99

Численные переменные: натуральный логарифм (N=286)

ВРП (ln(X13))	12,54	0,86	10,43	15,22
Число созданных передовых технологий (ln(X4))	1,74	1,14	0,00	4,81
Число выданных патентов (ln(X11))	4,81	1,25	0,00	7,21
Затраты на технологические инновации (ln(X7))	7,71	1,55	1,41	10,70
Объем инновационных продуктов и услуг (ln(X8))	8,76	1,69	0,96	12,51
Объем инновационных продуктов и услуг фирм, осуществляющих технологические инновации (ln(X9))	8,51	1,85	0,96	12,51
Перетоки затрат на технологические инновации (ln(SPX7))	8,58	0,47	7,40	9,95
Инвестиции в ОК (ln(invest))	11,28	0,91	9,00	14,08

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4	5
Выпуск аграрного сектора (ln(agri))	10,23	0,90	7,19	7,19
Уровень безработицы (ln(unemp))	1,94	0,34	0,69	3,01
Доля занятого населения от 15 до 29 лет (ln (young))	3,22	0,08	2,98	3,50
Фиктивные (дамми) переменные (N=400)^a				
<i>insrank_1, insrank_2, insrank_5</i>	0,13	0,33	0	1
<i>insrank_3</i>	0,12	0,33	0	1
<i>insrank_4, insrank_6, insrank_7</i>	0,12	0,32	0	1
<i>Insrank_8</i>	0,14	0,35	0	1
<i>time_j (j=1..5)</i>	0,20	0,40	0	1
<i>region_k (k=1..80)</i>	0,01	0,1	0	1

Примечание: ^a – статистика для фиктивных переменных для спецификации в логарифмах предоставляется авторам по требованию (N=268).

Выбор функциональной формы и спецификации регрессионной модели

Важным вопросом при построении регрессионной модели является выбор функциональной формы. При построении модели с зависимой переменной, отражающей темпы экономического роста, часто стоит выбор между моделью в абсолютных величинах (аддитивная спецификация) и в логарифмах (мультипликативная спецификация).

Выбор между аддитивными и мультипликативными спецификациями представляет собой проблему, описанную Вулдриджем [Wooldridge, 2013, глава 9]. На качественном уровне считается, что следует выбирать мультипликативную спецификацию в том случае, если сезонная компонента возрастает с ростом значения переменных, в противном случае (если сезонная компонен-

та не изменяется с ростом значений), наиболее подходящей является аддитивная спецификация. Формально проверку адекватности спецификации можно проводить с помощью теста RESET [Wooldridge, 2013, p. 307], что и сделано Вулдриджем для мультипликативной и аддитивной спецификации уравнения в главе 9. Значимость F-статистики ($p\text{-value} > 0,005$) для теста RESET для одной из спецификаций является критерием выбора этой спецификации. Однако, в том случае, если F-статистика теста является незначимой ($< 0,005$ при 95%-ном уровне значимости) для обеих спецификаций, неясно как улучшить уравнение для получения верной функциональной формы.

В спецификации модели в качестве независимых переменных учитываются индикаторы инновационной активности, которые были выделены на основе факторного анализа. К этим переменным добавляются инвестиционно-производственный, социальный и институциональный фильтры и тайм эффекты (дамми года). Отдельно может быть добавлена переменная, измеряющая перемотки знаний. Зависимой переменной является $X13$ (ВРП).

Таким образом, возможны 4 спецификации панельной регрессии.

Спецификация 1

Модель регионального роста в абсолютных величинах

Следующее уравнение панельной регрессии было использовано для выбора между панельной регрессией с фиксированными эффектами и панельной регрессией со случайными эффектами:

$$\begin{aligned}
 X13_{it} = & \alpha 4 X4_{it} + \alpha 7 X7_{it} + \alpha 11 X11_{it} + \alpha 8 X8_{it} + \\
 & + \alpha 9 X9_{it} + k1 invest_{it} + k2 unemp_{it} + k3 agri_{it} + \\
 & + k4 young_{it} + k4 young_{it} + \sum_{s=2...8} c_s insrank_{-s_{it}} + \quad , \quad (27) \\
 & + \sum_{t=2...5} d_t time_{it} + const + u_{it}
 \end{aligned}$$

где i – регион, t – год, α, k, c, d – коэффициенты регрессии, $insrank$ – переменная дециля институционального роста, $time$ – фиктивная переменная года и u – случайное возмущение ($i=1 \dots 80$), ($t=1 \dots 5$).

Спецификация 2

Log-log модель регионального роста

Мультипликативный вариант спецификации 1 имеет вид:

$$\begin{aligned} \ln(X13_{it}) = & \beta_4 \ln(X4_{it}) + \beta_7 \ln(X7_{it}) + \\ & + \beta_8 \ln(X8_{it}) + \beta_{11} \ln(X11_{it}) + m_1 \ln(invest_{it}) + \\ & + m_2 \ln(unemp_{it}) + m_3 \ln(agri_{it}) + m_4 \ln(young_{it}) + , \quad (28) \\ & + \sum_{s=2..8} e_s insrank_{-s_{it}} + \sum_{t=2..5} f_t time_{it} + const + u_{it} \end{aligned}$$

где β, m, e, f – коэффициенты регрессии.

Спецификация 3

Модель регионального роста в абсолютных величинах с учетом перетока знаний

В данной спецификации делается акцент на учет перетока знаний, выраженного индексом доступности, на основе затрат на технологические инновации. Переменная $SPX7$ – это переменная перетока знаний. Она рассчитывается по формуле (24), в которой в качестве функции деятельности $g(W_j)$ представлена затратами на технологические инновации, а функции сопротивления $f(c_{ij})$ рассчитывается по формуле (25).

$$\begin{aligned} X13_{it} = & \alpha 4 * X4_{it} + \alpha 7 * X7_{it} + \alpha 11 * X11_{it} + \\ & + \alpha 8 * X8_{it} + \gamma SPX7_{it} + k1 * invest_{it} + \\ & + k2 * unemp_{it} + k3 * agri_{it} + 4 * young_{it} + , \quad (29) \\ & \sum_{s=2..8} c_s insrank_{-s_{it}} + \sum_{t=2..5} d_t time_{it} + const + u_{it} \end{aligned}$$

где γ – коэффициент регрессии при переменной перетока знаний.

Спецификация 4

Log-log модель регионального роста с перетоками знаний

Последняя спецификация формулируется как модель с логарифмической трансформацией и перетоками знаний.

$$\begin{aligned} \ln(X13_{it}) = & \beta_4 \ln(X4_{it}) + \beta_7 \ln(X7_{it}) + \beta_8 \ln(X8_{it}) + \\ & + \beta_{11} \ln(X11_{it}) + \phi \ln(SPX7_{it}) + m_1 \ln(invest_{it}) + \\ & + m_2 \ln(unemp_{it}) + m_3 \ln(agri_{it}) + m_4 \ln(young_{it}) + \quad , \quad (30) \\ & + \sum_{s=2...8} e_s insrank_{-s_{it}} + \sum_{t=2..5} f_t time_{it} + const + u_{it} \end{aligned}$$

где ϕ – коэффициент регрессии при переменной перетока знаний.

Для выбора функциональной формы при сравнении мультипликативной и аддитивной спецификаций в работе используется тест RESET, описанный выше. Было проведено сравнение спецификаций 3 и 4 в реальных величинах, то есть тех уравнений, в которые были включены перетоки знаний. На основании результатов теста Хаусмана была выбрана панельная регрессия с фиксированными эффектами, временной период: 2007–2011 гг. Результаты теста RESET представлены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Результаты теста RESET для выбора функциональной формы: сравнение мультипликативных и аддитивных спецификаций

Тест RESET	Аддитивная спецификация 3	Мультипликативная спецификация 4
Значение F-статистики	F(1,79)=48,42	F(1,65)=2,07
Наблюдаемая значимость (p-value)	0,0000	0,1546
Результат	Указывает на проблемы с выбором данной функциональной формы	Рекомендуемая функциональная форма

Согласно результатам теста RESET рекомендуемой функциональной формой для собранного массива данных является мультипликативная. Далее приводятся результаты расчетов для мультипликативных спецификаций (модели 2 и 4).

Панельная регрессия с фиксированными эффектами была протестирована на мультиколлинеарность, гетероскедастичность и серийную корреляцию (автокорреляцию). В матрице корреляции коэффициент корреляции между X8 и X9, которые входили

в набор переменных по результатам факторного анализа, был выше 0,8 и для решения проблемы мультиколлинеарности переменная X_9 была исключена из уравнения регрессии. Тесты *xttest3* на гетероскедастичность и *xtserial* на автокорреляцию подтвердили наличие этих двух эффектов. Для учета эффектов использовалась опция *vce(robust)*, позволяющая рассчитать робастные стандартные ошибки (ошибки, устойчивые к наличию эффектов гетероскедастичности и автокорреляции). Результаты расчетов приведены в табл. 2.7.

Включение временных эффектов (фиктивные переменные *time2*, *time3*, *time4* и *time5*) позволили исследовать влияние временных периодов (в том числе кризиса, 2008–2009 гг.) на ВРП регионов. Нулевая гипотеза об одновременном равенстве нулю временных эффектов была отвергнута на основе теста *testparm* в Stata 15.

Результаты расчетов для спецификации 2 представлены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Спецификация 2: панельная регрессия с фиксированными эффектами для регионов РФ: зависимая переменная натуральный логарифм ВРП, 2007–2011 гг.

Независимые переменные	Модель 2_ном N=268	Модель 2_реал ¹
1	2	3
Натуральный логарифм числа созданных передовых технологий	-0,0021 (0,007)	-0,0028 (0,006)
Натуральный логарифм затрат на технологические инновации	-0,0048 (0,008)	-0,0021 (0,008)
Натуральный логарифм числа выданных патентов	0,0448** (0,020)	0,0386** (0,019)

¹ В названии моделей используются обозначения либо «ном» для расчетов в номинальных значениях показателей, либо «реал» для расчетов с использованием дефлированных значений.

Продолжение табл. 2.7

1	2	3
Натуральный логарифм объема выпуска инновационных продуктов и услуг	0,0155** (0,008)	0,0127* (0,008)
Натуральный логарифм инвестиций в основной капитал	0,1367*** (0,030)	0,1212*** (0,028)
Натуральный логарифм выпуска аграрного сектора	0,2043** (0,066)	0,1810** (0,063)
Натуральный логарифм уровня безработицы	-0,0754** (0,023)	-0,0765** (0,023)
Натуральный логарифм доли занятых в возрасте 15–29 лет	0,0110 (0,111)	0,0310 (0,109)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 11 до 20	0,0132 (0,050)	0,0077 (0,048)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 21 до 30	0,0189 (0,055)	0,0108 (0,052)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 31 до 40	0,0048 (0,055)	-0,0078 (0,052)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 41 до 50	-0,0250 (0,057)	-0,0290 (0,054)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 51 до 60	-0,0127 (0,059)	-0,0178 (0,055)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 61 до 70	-0,0172 (0,059)	-0,0275 (0,056)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 71 до 82	-0,0052 (0,070)	-0,0111 (0,071)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2008 г.	0,1101*** (0,019)	0,0329** (0,011)

Окончание табл. 2.7

1	2	3
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2009 г.	0,1153*** (0,025)	-0,0214 (0,015)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2010 г.	0,2278*** (0,024)	0,0330** (0,011)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2011 г.	0,3488*** (0,038)	0,1200*** (0,071)
Константа	8,5510*** (0,755)	8,7181** (0,688)
Тест Фишера на значимость нулю коэффициентов регрессии	F(19,65)=230,06 [0,0000]	F(19,65)=83,18 [0,0000]
R ²	0,7000	0,7589

Примечание 1. В скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция `vce(robust)`)

Примечание 2. *, **, *** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно.

Следующие тесты использовались для калибровки модели 2_ном: 1) F тест на значимость индивидуальных эффектов: F(65,182)=55,56, Prob>F=0,000; 2) Тест на гетероскедастичность (`xttest3`): $\chi^2(66)=4,5e+27$, Prob> $\chi^2=0,0000$; 3) Тест на автокорреляцию (`xtserial`): F(1, 47)=55,56, Prob>F=0,0000

Следующие тесты использовались для калибровки модели 2_реал: 1) F тест на значимость индивидуальных эффектов: F(65,182)=60,02, Prob>F=0,000; 2) Тест на гетероскедастичность (`xttest3`): $\chi^2(66)=4,5e+29$, Prob> $\chi^2=0,0000$; 3) Тест на автокорреляцию (`xtserial`): F(1, 47)=29,748, Prob>F=0,0000.

Для спецификаций с тайм эффектами тест Хаусмана не проводится.

Примечание 4. Следующие регионы были исключены из анализа по причине пропущенных данных: Москва, Санкт-Петербург, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Республика Чечня, Ставропольский край, Республика Алтай, Республика Хакасия, Амурская область, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ.

В таблице 2.8 представлены результаты расчета по спецификации 4.

Таблица 2.8

Спецификация 4: панельная регрессия с фиксированными эффектами и перетоками знаний для регионов РФ: зависимая переменная – натуральный логарифм ВРП, 2007–2011 гг.

Независимые переменные	Модель 4_ном N=268	Модель 4_реал
1	2	3
Натуральный логарифм числа созданных передовых технологий	-0,0013 (0,007)	-0,0027 (0,007)
Натуральный логарифм затрат на технологические инновации	-0,0046 (0,008)	-0,0021 (0,008)
Натуральный логарифм числа выданных патентов	0,0447** (0,020)	0,0386** (0,019)
Натуральный логарифм объема выпуска инновационных продуктов и услуг	0,0154* (0,008)	0,0127* (0,008)
Натуральный логарифм перетоков затрат на технологические инновации	0,0203 (0,043)	0,0042 (0,043)
Натуральный логарифм инвестиций в основной капитал	0,1354*** (0,030)	0,1210*** (0,027)
Натуральный логарифм выпуска аграрного сектора	0,2000*** (0,066)	0,1802*** (0,063)
Натуральный логарифм уровня безработицы	-0,0758** (0,023)	-0,0766** (0,023)
Натуральный логарифм доли занятых в возрасте 15–29 лет	0,0070 (0,114)	0,0301 (0,112)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 11 до 20	0,0143 (0,049)	0,0079 (0,048)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 21 до 30	0,0193 (0,053)	0,0110 (0,052)

Окончание табл.2.8

1	2	3
Группа регионов с институциональным рейтингом от 31 до 40	0,0045 (0,053)	-0,0078 (0,052)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 41 до 50	-0,0263 (0,056)	-0,0292 (0,055)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 51 до 60	-0,0144 (0,058)	-0,0181 (0,056)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 61 до 70	-0,0194 (0,058)	-0,0279 (0,057)
Группа регионов с институциональным рейтингом от 71 до 82	-0,0094 (0,070)	-0,0119 (0,072)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2008 г.	0,1063*** (0,022)	0,0325** (0,013)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2009 г.	0,1078** (0,033)	-0,0223 (0,019)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2010 г.	0,2195*** (0,034)	0,0322** (0,015)
Фиктивная переменная времени, =1 для наблюдений 2011 г.	0,3273*** (0,065)	0,1167** (0,040)
Константа	8,4575*** (0,789)	8,6983*** (0,733)
Тест Фишера на значимость нулю коэффициентов регрессии	F(20,65)=226,76 [0,0000]	F(20,65)=85,49 [0,0000]
R ²	0,7014	0,7380

Примечание 1. В скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция `vce(robust)`).

Примечание 2. *, **, *** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно.

Примечание 3. Следующие тесты использовались для калибровки моделей 4 ном: 1) F тест на значимость индивидуальных эффектов: $F(65, 182)=54,16$, $\text{Prob}>F=0,000$; 2) тест на гетероскедастичность (*xttest3*): $\text{chi}2(66)=3,4e+28$, $\text{Prob}>\text{chi}2=0,0000$; 3) тест на автокорреляцию (*xtserial*): $F(1, 47)=35,629$, $\text{Prob}>F=0,0000$.

Следующие тесты использовались для калибровки моделей 4 реал: 1) F тест на значимость индивидуальных эффектов: $F(65, 182)=29,757$, $\text{Prob}>F=0,000$; 2) тест на гетероскедастичность (*xttest3*): $\text{chi}2(66)=3,7e+29$, $\text{Prob}>\text{chi}2=0,0000$; 3) тест на автокорреляцию (*xtserial*): $F(1, 47)=57,72$, $\text{Prob}>F=0,0000$.

Примечание 4. Список регионов, исключенных из анализа, аналогичен списку в табл. 2.7.

В спецификациях 2 и 4 логарифмическая трансформация переменных применялась для коррекции возможной асимметричности распределения данных ВРП и инновационных индикаторов. Кроме того, логарифмическая трансформация позволяет оценить процентные изменения коэффициентов регрессии, трактуя коэффициенты как эластичности. Однако, данные, с которыми работают авторы монографии, содержали нулевые значения: минимальные значения всех переменных, кроме $X1$, $X2$, $X12$ и *invest*, были равны нулю. В случае логарифмирования нулевых значений появляются пропущенные данные, вследствие чего количество наблюдений в эконометрической модели снижается с 400 до 268 наблюдений. Пропущенные данные приводят к исключению из анализа 14 регионов: Москва, Санкт-Петербург, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Республика Чечня, Ставропольский край, Республика Алтай, Республика Хакасия, Амурская область, Еврейская автономная область, Чукотский автономный округ.

Важным с точки зрения интерпретации результатов является исключение из выборки «инновационных лидеров» – Москвы и Санкт-Петербурга. Это происходит по причине нулевого выпуска аграрного сектора в этих регионах в рассматриваемый период. Москва занимает первое место среди 80 регионов по всем инновационным индикаторам кроме $X6$ (удельный вес организаций, выполняющих НИР), $X8$ (объем инновационных продуктов, работ,

услуг; 4 место) и X_9 (объем инновационных продуктов, работ, услуг фирм, осуществляющих технологические инновации; 5 место). Санкт-Петербург занимает второе место после Москвы по числу организаций, выполняющих исследования и разработки (X_1), по числу созданных передовых технологий (X_4) и по числу выданных патентов (X_{11}). Затраты Москвы и Санкт-Петербурга составляли около 49% всех внутренних затрат на НИОКР в РФ в 2007–2011 гг. После исключения этих регионов общая выборка становится менее инновационной и более аграрной. Регионы, отстающие по темпам инновационной деятельности (Чечня, Ингушетия, Карачаево-Черкесская республика и др.), также исключаются из выборки, поскольку они характеризуются нулевыми значениями по некоторым индикаторам инновационной деятельности. Можно говорить о том, что после исключения выборка становится более однородной в терминах инновационной активности.

Интерпретация результатов эконометрического моделирования

Согласно результатам моделирования гипотеза **H1** выполняется частично. Для малой и более однородной выборки наблюдений в спецификациях 2 и 4 с временными эффектами логарифмированный показатель числа выданных патентов ($\ln(X_7)$) имел статистически значимый и положительный эффект на региональный рост: увеличение на 1 п.п. числа выданных патентов приводило к росту ВРП на 0,045 п.п. для уравнения в номинальных величинах и 0,038 п.п. для уравнения в реальных величинах. Можно сделать вывод, что для выборки без инновационных лидеров с наиболее высокими затратами на технологические инновации, патенты становятся основным каналом создания и распространения знаний, который, в конечном итоге приводит к росту ВРП.

Расчеты по моделям не подтвердили гипотезу **H2** о положительном влиянии доли населения в возрасте до 30 лет на экономический рост в регионах. Наоборот, коэффициент при данной переменной незначим в log-log спецификациях. Это может быть подтверждением того, что опыт, полученный населением старшего возраста, дает более весомый вклад в ВРП по сравнению с креативностью и новыми знаниями молодежи, которая пока не способна эффективно применять его на рабочем месте. Невозможность применять новые знания также может быть связана

с «технологической отсталостью» места работы: так, на производстве может отсутствовать современное оборудование, необходимое для применения новых полученных навыков. Другая компонента социального фильтра – уровень безработицы – была статистически значимой и отрицательно влияла на экономический рост регионов в соответствии с теорией и более ранними исследованиями [например, Gregory and Patuelli, 2013]. В зависимости от уравнения рост уровня безработицы на 1 п.п. приводил к снижению ВРП регионов на 0,075–0,078 п.п. (табл. 2.7 и 2.8).

Н3. Проведенный анализ показал, что фиктивные переменные качества институциональной среды не оказывали значимое влияние на ВРП регионов в мультипликативной спецификации, хотя коэффициенты при этих фиктивных переменных были статистически значимы в аддитивной спецификации, включающей все регионы РФ¹. Этот факт можно объяснить тем, что законодательные акты и более благоприятные условия для ведения бизнеса, которые измеряет институциональный фильтр, оказывают наибольшее позитивное влияние на регионы с наиболее высокой инновационной активностью (регионы – инновационные лидеры), а отсутствие условий для ведения бизнеса, коррупция и неблагоприятная институциональная среда способны затормозить экономический рост в регионах, отстающих в инновационном развитии. Когда регионы-лидеры и отстающие регионы исключаются из выборки при формировании массива данных для мультипликативной спецификации, коэффициенты при фиктивных переменных институционального потенциала становятся незначимыми.

Н4. Результаты регрессионного анализа не позволяют сделать однозначного вывода относительно значимости перетоков знаний на экономический рост регионов. Перетоки затрат на технологические инновации связаны с более высоким экономическим ростом в случае использования логарифмической трансформации переменных, номинальных значений и без добавления временных эффектов в уравнение. Для малой выборки регионы, географически близкие к регионам с высоким уровнем затрат на технологические инновации, растут быстрее чем регионы, окруженные тер-

¹ Результаты аддитивных спецификаций представляются по запросу.

риториями с низкими затратами на технологические инновации. Рост индекса доступности на 1 п.п. приводит к росту ВРП на 0,18 п.п.¹. Перетоки знаний для регионов из малой выборки включают научно-исследовательские связи между предприятиями и крупными исследовательскими центрами в регионах. Для остальных вариантов регрессий перетоки были незначимы.

Дополнительные выводы: в таблицах 2.7 и 2.8 для log-log моделей и более аграрной выборки регионов коэффициенты при переменной «выпуск аграрного сектора» были статистически значимыми. В спецификациях 2 и 4 увеличение на 1 п.п. выпуска аграрного сектора приводит к росту ВРП на 0,2 п.п. Это свидетельствует о том, что в малой выборке, исключаяющей Москву и Санкт-Петербург, сельское хозяйство является важным источником экономического роста.

Анализ тайм эффектов указывает на влияние экономического кризиса: фиктивная переменная для 2009 г. отрицательна. Несмотря на то, что коэффициенты при временных эффектах незначимы, они подтверждают отраженное снижение ВРП нескольких регионов в 2008 и 2009 гг. В log-log моделях в реальных значениях коэффициенты при временных эффектах для 2009 г. являются отрицательными.

2.4. Модель догоняющего роста: альтернативная формулировка эконометрической модели

Предлагаемый авторами комплексный подход позволяет сформулировать альтернативную регрессионную модель – модель эндогенного роста на основе модели Барро и Сала-и-Мартина [Barro and Sala-i-Martin, 1995]. Описываемая модель отличается от моделей, представленных выше, зависимой переменной: здесь зависимой переменной является темп прироста ВРП на душу населения. Модель является эмпирической моделью для проверки положений теоретической модели Солоу-Свана [Solow, 1957]. Для данной модели как варианта описания эндогенного роста основным теоретическим положением модели является идея

¹ Результаты регрессии в номинальных значениях без тайм эффектов предоставляются по запросу.

Й. Шумпетера [Schumpeter, 1942] о том, что деятельность по созданию, производству и продаже принципиально новых товаров и услуг – инноваций – является эндогенным фактором, объясняющим экономический рост регионов. Формулировка модели соответствует традиционным моделям догоняющего эндогенного роста (catch-up growth model) [Fagerberg, 1998]. Использование альтернативного варианта модели позволяет проверить устойчивость регрессионных моделей.

Экономисты Р. Барро и Х. Сала-и-Мартин предложили эмпирическую эконометрическую модель, тестируя модель Солоу-Свана, и его утверждение о конвергенции темпов роста различных стран и, впоследствии, регионов в статье в журнале «Journal of Political Economy» в 1992 г. Эконометрическая модель записывалась следующим образом [Barro, Sala-i-Martin, 1992; 1995]:

$$\ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}} = \alpha + \beta \ln y_{0,i} + \varepsilon_i. \quad (31)$$

Коэффициент β измеряет абсолютную β -сходимость темпов роста регионов.

Предполагается, что в эконометрической модели $\beta < 0$ и статистически значима¹.

Данная модель является кросс-секционной, то есть рассчитывается для периода времени T , который сравнивается с моментом времени 0.

Модель может быть расширена путем включения переменных, описывающих факторы развития региона. В случае инновационной деятельности это могут быть индикаторы затрат на НИОКР или уровня образования и квалификации населения.

Эти переменные входят в матрицу Z , а модель приобретает следующий вид:

¹ Рассмотрение вопросов β -конвергенции и β -сходимости для российских регионов остается за рамками настоящего исследования. По этому вопросу см., например, [Мельников, 2005; Глущенко, 2012].

$$\ln \frac{y_{T,i}}{y_{0,i}} = \alpha + \beta \ln y_{0,i} + \gamma Z + \varepsilon_i, \quad (32)$$

где Z – матрица специфических характеристик региона. В случае включения дополнительных переменных коэффициент β измеряет условную, а не абсолютную как в формуле (25) сходимость.

Формулировка авторской модели является модификацией модели в ее панельной записи (32), в которой в матрицу Z входят переменные затрат на НИОКР, перетоков и социального фильтра [Kaneva and Untura, 2018b]:

$$\begin{aligned} growth_{i,t} = & \alpha + \beta_1 \log(y_{i,t-1}) + \beta_2 R \& D_{i,t} + \\ & + \beta_3 SocFilter_{i,t} + \beta_4 Spill_{i,t} + \\ & + \beta_5 ExtSocFilter_{i,t} + \beta_6 ExtGDPpc_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (33)$$

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

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

$\log(y_{i,t-1})$ – натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 1 год (то есть сдвигом назад во времени на один период);

$R\&D_{i,t}$ – затраты НИОКР как % 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 в соседних регионах на экономический рост данного регион или «переток ВРП на душу населения».

$\varepsilon_{i,t}$ – случайное возмущение.

Для расчета модели используются данные за 2005–2013 гг. [Регионы России, 2014], то есть более длинный период, по сравнению с панельными регрессиями, рассмотренными выше. Временной отрезок также позволяет проверить устойчивость

(робастность) моделей в и выводов, полученных на их основе (в главе 2.3).

В модели догоняющего роста также, как и в моделях панельной регрессии, для описания социально-экономических условий в регионах России используется социальный фильтр. В данном случае социально-экономический фильтр представлен как индекс, в котором веса индекса вычисляются на основе факторного анализа набора социально-экономических переменных. Веса индекса соответствуют весам показателей в первом факторе, объясняющем 46% общей вариации (табл. 2.9).

Таблица 2.9

**Коэффициенты индикаторов для фактора 1
(component score coefficient matrix) переменной SocFilter**

Коэффициент	Фактор 1
Уровень безработицы в регионе, % (<i>unemp</i>)	0,165
Население с высшим образованием (с учетом поствузовского образования за 2009–2013 гг.), (% занятых в экономике региона) (<i>high_ed</i>)	0,581
Занятые в НИОКР (% общего числа занятых) (<i>rd_l</i>)	0,450
Доля населения занятого в сельском хозяйстве региона, от общего занятого населения, % (<i>agri_l_n</i>)	–0,263

Таблица 2.10

**Коэффициенты индикаторов для фактора 1
(component score coefficient matrix) переменной SocFilterNew**

Коэффициент	Фактор 1
Доля занятых в возрасте 15–30 лет в общем числе занятых, % (<i>young</i>)	–0,406
Население с высшим образованием (с учетом поствузовского образования за 2009–2013 гг.), (% занятых в экономике региона) (<i>high_ed</i>)	0,578
Выпуск специалистов с высшим образованием (% от занятых в экономике) (<i>grad_l</i>)	0,593
Доля населения занятого в сельском хозяйстве региона, от общего занятого населения, % (<i>agri_l_n</i>)	–0,386

Во избежание возможных высоких корреляций между составляющей социального фильтра «занятые в НИОКР» на более позднем этапе исследований был сформулирован новый социальный фильтр, в котором эта компонента была заменена индикатором «доля выпущенных специалистов с высшим образованием от общего числа занятых, %). В таблице 2.10 представлена матрица коэффициентов для нового социального фильтра. Первый фактор объяснял 46,4% общей вариации.

Переменные перетоков определены следующим образом.

- 1) *Spill* – данная переменная аналогична переменной SPX7 моделей пункта 2.3, но вместо затрат на НИОКР и технологические инновации используются доли затрат на НИОКР и затрат на технологические инновации в ВРП.
- 2) *ExtSocFilter* – традиционно в литературе по инновационной активности и экономическому росту исследуются только перетоки знаний. Однако в данной работе дополнительно к перетокам знаний добавляются эффекты влияния социально-экономических условий в регионе на остальные регионы. На самом деле безработица в одном регионе может привлечь рабочую силу из соседнего региона, тем самым способствуя экономическому развитию в первом регионе. Подобным же образом, высокий процент населения с высшим образованием в случае миграции этого населения в соседние территории способен привести к экономическому росту территории через выпуск нового, наукоемкого продукта. Влияние социально-экономических условий на экономический рост было рассмотрено в работе [Rodriguez-Pose and Crescenzi, 2008]. Формула расчета переменной *ExtSocFilter* аналогична формуле расчета для переменной *Spill*, но вместо затрат на НИОКР как процент ВРП используется переменная *SocFilter*.
- 3) *ExtGDPpc* – данная переменная измеряет влияние экономического роста в других регионах на экономический рост в рассматриваемом регионе. Снова используется формула для переменной *Spill*, однако переменная «затраты на НИОКР как процент ВРП» заменяется переменной «ВРП на душу населения».

Необходимо отметить, что в классической записи модели эндогенного роста через производственную функцию темпы экономического роста зависят от K (капитала), L (труда) и A (технического прогресса). Модель 5 (5a и 5b) в базовой формулировке не включает параметр K , а L присутствует лишь косвенно в показателях социально-экономического фильтра и перетоков социально-экономических условий. Таким образом, модель 5 оценивает взаимосвязь между технологическим прогрессом, выраженным через затраты на НИОКР, перетоки НИОКР, дополнительные факторы и темпом экономического роста, а потому авторы предполагают, что объясняющая сила модели, оцениваемая показателем R^2 , может оказаться достаточно низкой. Тем не менее, полученные оценки панельной регрессии позволяют оценить влияние науки и инноваций на темпы прироста ВРП на душу населения в регионах РФ.

С помощью модели догоняющего роста авторы тестируют две гипотезы, **H1'** и **H4'**, которые незначительно отличаются от гипотез **H1** и **H4**.

H1'. Индикаторы инновационной деятельности – вложения в НИОКР и технологические инновации (как % от ВРП) – 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.

H4'. Перетоки знаний между регионами оказывают статистически значимый и положительный эффект на экономический рост.

Калибровка модели включала процедуры, аналогичные процедурам в моделях панельной регрессии в главе 2.3. Дополнительно для решения проблемы одновременности (loop of causality) (ситуации, когда не только независимые параметры влияют на зависимую, но существует еще и обратная связь¹), которая является частным случаем проблемы эндогенности

¹ Действительно, в формулировке модели догоняющего роста 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.

данных¹, при модельных расчетах используется первый лаг всех независимых переменных (и, соответственно, второй лаг переменной $\log(y_{i,t})$). Результаты тестов для калибровки модели представлены под таблицами результатов.

Таблица 2.11

**Модель догоняющего роста с перетоками НИОКР
для 80 регионов РФ, 2005-2013 гг. (зависимая переменная –
темпы прироста ВРП на душу населения)**

Независимые переменные	Модель 5a реал число наблюдений=640	Модель 5b реал число наблюдений=640
1	2	3
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 2 года	-14,061*** (2,555)	-13,361*** (2,622)
Вложения в НИОКР как % от ВРП с лагом в 1 год	–	2,790** (1,224)
Вложения в ТИ как % от ВРП с лагом в 1 год	-0,046 (0,106)	–
Социальный фильтр с лагом в 1 год (новый фильтр для моделей в реальных значениях)	-0,215 (0,209)	-0,188 (0,213)
Перетоки НИОКР с лагом в 1 год	–	12,718 (8,894)
Перетоки затрат на ТИ с лагом в 1 год	2,255 (1,489)	–
Переток социально-экономических условий с лагом в 1 год	-1,953**** (1,097)	-1,612 (1,123)
Переток ВРП на душу населения	-0,0002** (0,00008)	-0,00023** (0,0001)

¹ Эндогенность как проблема в эконометрике заключается в том, что существует зависимость между ошибкой регрессии ϵ и независимыми переменными. Хотя это проблема и обозначается синонимом с эндогенностью экономического роста, она является совершенно другим феноменом в экономической науке.

Окончание табл. 2.11

1	2	3
2007	4,998** (1,574)	4,829** (1,574)
2008	6,458** (2,627)	5,089* (2,806)
2009	-0,734 (3,255)	-1,496 (3,306)
2010	9,402** (4,191)	7,725* (4,463)
2011	12,111** (4,547)	10,100** (4,701)
2012	10,903** (5,314)	10,362* (5,342)
2013	12,452* (6,198)	10,813* (6,382)
Константа	182,471*** (29,638)	153,355*** (31,164)
Тест Фишера на значимость нулю коэффициентов регрессии	F(13,79)=46,45 [0,0000]	F(13,79)=55,72 [0,0000]
R ²	0,1290	0,1587

Примечание 1. В скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция `vce(robust)`)

Примечание 2. *,**,*** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно.

Примечание 3. Следующие тесты были использованы для построения модели 5a_реал.: 1) F тест на значимость индивидуальных эффектов: F(79, 547)=2,29, Prob>F=0,0000; 2) тест на гетероскедастичность (*xttest3*): $\chi^2(80)=3136,14$, Prob> $\chi^2=0,0000$; 3) тест на автокорреляцию (*xtserial*): F(1, 79)=1,590, Prob>F=0,2111

Следующие тесты были использованы для построения модели 5b_реал.: 1) F тест на значимость индивидуальных эффектов: F(79, 547)=2,27, Prob>F=0,0000; 2) тест на гетероскедастичность (*xttest3*): $\chi^2(80)=3837,62$, Prob> $\chi^2=0,0000$; 3) тест на автокорреляцию (*xtserial*): F(1, 79)=1,576, Prob>F=0,2131.

Обсуждение результатов расчетов

В экономической литературе постулируется, что перетоки НИОКР и эффективность полученных из региона новых знаний в соседних регионах зависит от абсорбционной способности последних [Pegib, 2003]. Данный подход основан на предположении, что имеется общий мировой фонд знаний, поэтому диффузия НИОКР ограничивается способностью территории воспринять и использовать новые знания (это и есть абсорбционная способность): она тем выше, чем более развиты у региона способности ассимилировать и адаптировать новые знания. Согласно А.В. Корицкому, если же уровень знаний в регионе недостаточен для адаптации новых знаний, то они не будут усвоены [Влияние человеческого..., 2013]. Абсорбционная способность зависит от уровня развития человеческого капитала, в особенности от уровня образования проживающего в регионе населения. Для модели в реальных показателях $5b_{\text{реал}}$ затраты на НИОКР оказались значимыми, в то время как перетоки оказались незначимыми. Ни затраты на технологические инновации, ни перетоки затрат на ТИ не были значимыми в уравнении $5a_{\text{реал}}$.

В моделях с реальными значениями показателей перетоки ВРП на душу населения оказались значимыми и отрицательными. Отрицательный коэффициент означает, что растущий регион «перетягивает» ресурсы для роста из соседних регионов, образуя «шахматку» на карте: растущий регион окружен регионами с отрицательными темпами роста [Вакуленко, 2013].

Отрицательный и значимый коэффициент при перетоке социально-экономических условий указывает на возможную конкуренцию за трудовые ресурсы, в результате которой дефицит трудовых ресурсов и появление вакансий, связанных с разработкой инновационной продукции в промышленности в одном регионе, означают миграцию труда в этот регион и снижение предложения труда в регионе – его источнике [Dieppe and Mutl, 2013].

Включение тайм эффектов позволило еще раз продемонстрировать, как уже было сделано выше для мультипликативных спецификаций регрессий роста, влияние кризиса и для модели догоняющего роста – коэффициент для 2009 г. был отрицательным (хотя и незначимым).

2.5. Динамическая модель регионального роста (модель ОММ)

Альтернативой панельной регрессии для оценки влияния индикаторов инновационной активности, перетоков знаний и социально-экономических условий является динамическое моделирование. Динамическое моделирование в эконометрике основано на использовании обобщенного метода моментов¹, позволяющего адресовать проблемы эндогенности данных без перехода к лагам. Впервые использованный в работе [Arellano and Bond, 1991], ОММ также носит название «модель/метод Ареллано-Бонда». Метод Ареллано-Бонда, согласно формулировке модели, также позволяет оценить влияние прошлых темпов прироста ВРП на душу населения на текущий рост и еще раз проверить гипотезу о конвергенции².

Возвращаясь к проблеме эндогенности в эконометрике, помимо уже описанной выше проблемы одновременности, модель ОММ учитывает другой вид эндогенности, а именно пропуск существенных переменных (omitted variable bias). В нашем случае можно предположить, что есть некоторые переменные, которые влияют и на зависимую переменную *growth* и на независимую переменную $\log(y_{i,t-1})$, приводя к ухудшению качества оценок в регрессии. Это может быть переменная, отражающая макроэкономический климат в РФ, или переменная, описывающая институциональную среду. Кроме того, сама постановка модели, рассматривающая эндогенный рост, исключает из рассмотрения факторы капитала (K) и труда (L) в явном виде (хотя последний косвенно присутствует как один из составляющих социального фильтра).

Проблема эндогенности решается в модели ОММ путем использования инструментальных переменных, при этом инструментами являются лагированные значения самих эндогенных переменных. Традиционно используется второй лаг переменных [Mileva, 2007].

¹ Generalized method of moments (GMM) – обобщенный метод моментов (ОММ).

² Для расчета по методу Ареллано-Бонда в программном обеспечении Stata создан модуль `xtabond2` [Roodman, 2009].

При построении модели ОММ важно понимать разницу между экзогенными, эндогенными и предопределенными (pre-determined) регрессорами модели. Рассмотрим уравнение:

$$y_{it} = X_{it}\beta_1 + W_{it}\beta_2 + Z_{it}\beta_3 + v_{it}, \quad (34)$$

$$v_{it} = u_i + \varepsilon_{it}. \quad (35)$$

В уравнении X_{it} – это строго экзогенные регрессоры, а W_{it} – это предопределенные и эндогенные регрессоры, которые могут включать лаги зависимой переменной y . Предполагается, что все регрессоры коррелированы с u_i , ненаблюдаемым индивидуальным эффектом. Взятие первых разниц позволяет удалить u_i и связанное с ошибкой смещение в результате пропуска переменных (omitted variable bias) [Baum, 2013]. Для предопределенных переменных используются инструменты с лагом 1 или выше, для эндогенных переменных – инструменты с лагом 2 и выше. Также в уравнение могут входить регрессоры Z_{it} , которые являются экзогенными и которые входят в матрицу инструментов без лагов. В рамках комплексного подхода вслед за [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015] авторы считают все независимые переменные эндогенными и используют второй лаг¹.

Еще одной особенностью модели Ареллано-Бонда является ограничение на число инструментов, которые могут быть включены в модель: принято считать, что число переменных не может превышать число групп². В случае нарушения данного условия стандартные ошибки двухступенчатой модели ОММ являются смещенными вниз. Классическим признаком слишком большого числа инструментов является p -value (наблюдаемая значимость) теста Хансена, равная 1 [Roodman, 2009]. В нашем случае для 80 регионов используется 79 инструментов, и условие на число инструментов не нарушается.

Расчеты по методу Ареллано-Бонда и калибровка модели предполагают выполнение ряда тестов, которые отличаются от

¹ Подробнее о спецификации модели можно прочитать в [Kaneva and Untura, 2018b].

² Данное правило следует из более точных оценок, в основе которых лежат оценки оптимальной матрицы весов в модели ОММ [Roodman, 2009].

тестов модели панельной регрессии. Так, в частности, для определения качества построенной модели не вычисляется показатель R^2 , а проверяется выполнение ряда тестов. Это тест Саргана, тесты Ареллано-Бонда на автокорреляцию первого и второго порядка (AR(1) и AR(2)), тест Хансена и тест Саргана-Хансена¹. Для того, чтобы использовать инструменты с лагом 2, необходимо чтобы не было автокорреляции первого порядка, то есть необходимо принятие теста AR(2). Вариант, когда нет автокорреляции первого порядка (тест AR(1)) также считается приемлемым.

Модель ОММ рассчитана для реальных значений (табл. 2.12).

Таблица 2.12

**Модель ОММ для 80 регионов РФ, 2005–2013 гг.
(зависимая переменная – темп прироста ВРП на душу населения)**

Независимые переменные	Модель ОММ 6_реал
1	2
Темп роста ВРП на душу населения, лаг 1 год	0,014 (0,038)
Темп роста ВРП на душу населения, лаг 2 года	-0,344*** (0,071)
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 1 год	-10,363*** (2,931)
Затраты на в НИОКР как % от ВРП	2,888** (1,377)

¹ В тестах Ареллано-Бонда нулевыми гипотезами являются отсутствие автокорреляции, он применяется к результатам в разницах. Необходимо принять нулевую гипотезу. При этом результат, когда гипотеза для AR(1) отвергается, также является приемлемым.

Тест Саргана на валидность инструментальных переменных. Нулевая гипотеза: инструментальные переменные не коррелированы 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.

Тест Хансена – нулевая гипотеза: экзогенность инструментальных переменных (инструменты робастные, модель может быть ослаблена большим количеством инструментальных переменных). Необходимо принять нулевую гипотезу.

Тест Саргана-Хансена (разница) – нулевая гипотеза: экзогенность набора инструментальных переменных. Необходимо принять данную гипотезу.

Окончание табл. 2.12

1	2
Социальный фильтр (новый социальный фильтр для модели в реальных значениях)	0,118 (0,271)
Переток затрат на НИОКР	-3,935 (3,782)
Переток социально-экономических условий	-1,582*** (0,374)
Переток ВРП на душу населения	0,0002** (0,00007)
Константа	105,643*** (27,950)
Тест Ареллано-Бонда для AR(1) (p-value ¹)	0,000
Тест Ареллано-Бонда для AR(2) (p-value)	0,069
Тест Саргана (p-value)	0,000
Тест Хансена (p-value)	0,250
Тест Саргана-Хансена (p-value)	0,908
Количество инструментов	79

Примечание 1. Робастная двухступенчатая оценка по методу ОММ с корректировкой Виндмейера на стандартные ошибки. Скорректированные стандартные ошибки приведены в скобках.

Примечание 2. *, **, *** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно.

Примечание 3. Не используются регрессии с тайм эффектами, так как включение тайм эффектов приводит к увеличению числа инструментов до 85, что больше, чем число групп (80).

Отрицательный знак коэффициентов при переменных темпов роста на душу населения с лагом 1 год и 2 года показывает, что быстрее растут не только регионы с более низкими ВРП на душу населения в прошлом периоде, но также и те регионы, которые в прошлые периоды росли более низкими темпами. Данная зави-

¹ P-value – наблюдаемая значимость (рус.)

симось, была ранее подтверждена для регионов Мексики [Rodríguez-Pose and Villareal Peralta, 2015] также на основе модели ОММ.

В модели 6_реал значим коэффициент при переменной «затраты на НИОКР как доля в ВРП», который составляет 2,89. Эффект перетоков затрат на технологические инновации и затрат на НИОКР в модели Ареллано-Бонда оказался незначимым, что свидетельствует о слабых возможностях регионов адаптировать инновации из других субъектов Федерации по причине отсутствия необходимого оборудования или высококвалифицированной рабочей силы¹. Тем не менее, как показали предыдущие расчеты авторов [Kaneva and Untura, 2017], знания распространяются между территориями с равными темпами экономического развития (например, между «лидерами», Москвой и Санкт-Петербургом).

В эконометрике оценки модели Ареллано-Бонда принято считать более точными, нежели оценки панельной регрессии [Mills and Peterson, 2009]. В связи с этим в случае противоречия между отрицательными и значимыми оценками коэффициентов при переменной перетоки ВРП в панельной регрессии и положительными и значимыми коэффициентами в модели Ареллано-Бонда, в качестве основных оценок используются оценки из модели ОММ [Villarreal Peralta and Rodríguez-Pose; Kaneva and Untura, 2018b]. Динамическое эконометрическое моделирование (метод Ареллано-Бонда) выявило положительные эффекты от перетоков ВРП на душу населения в других регионах на экономический рост территории, отрицательные эффекты (конкуренцию) от перетоков социально-экономических условий, а также указало на отрицательные коэффициенты при первом и втором лагах зависимой переменной. На основании полученных результатов для модели ОММ, можно говорить о том, что регионы, *растущие более низкими темпами в предыдущие периоды, осуществляющие крупные затраты в НИОКР, окруженные субъектами Федерации с более высокими ВРП на душу населения и активно конкурирующие с соседними территориями за человеческий капитал*, способны наращивать темпы прироста ВРП на душу населения.

¹ Данный феномен в экономической литературе получил название «низкая абсорбционная способность».

Обобщая результаты моделей 5–6 можно сделать вывод о выполнении гипотезы **Н1'** о положительном влиянии затрат на НИОКР на экономический рост, поскольку коэффициенты при данных индикаторах положительны и статистически значимы.

Остается открытым вопрос о влиянии перетоков знаний на экономический рост регионов и их способность преодолевать административные границы и распространяться за пределы одного региона. В различных спецификациях (аддитивных vs. мультипликативных, номинальных vs. реальных) значимость коэффициентов при переменной перетока знаний не является устойчивой. Использование набора моделей пространственной эконометрики [Подробнее см., например, Elhorst, 2014], в том числе моделей пространственного лага, пространственной ошибки и панельной регрессии с пространственной ошибкой по методу ОММ, указали на необходимость учета пространственной структуры, но не подтвердили положительное влияние перетоков знаний на темпы прироста ВРП на душу населения для российских регионов [Kaneva and Untura, 2018b]. Эти результаты в совокупности с результатами модели Ареллано-Бонда, а также более ранние исследования [Kaneva and Untura, 2017], позволяют сделать вывод о том, что знания распространяются между регионами со схожими темпами роста и развития технологических платформ, а эффективность их перетока зависит от абсорбционной способности регионов.

Эконометрическое моделирование показало высокую робастность (устойчивость) результатов и их согласованность относительно положительного влияния инновационных индикаторов (затрат на НИОКР и технологические инновации) и перетоков знаний на региональный рост.

Затраты на НИОКР действительно являются одним из драйверов экономического роста в регионах России. Перетоки знаний также оказывают влияние на региональный рост, но наибольший эффект от перетоков знаний достигается в регионах с относительно равными уровнями развития производственной базы, инновационной деятельности и абсорбционной способности территорий. Перетоки знаний для регионов из малой выборки также включают научно-исследовательские связи между предприятиями и крупными исследовательскими центрами в регионах.

Помимо факторов инновационной деятельности на темпы экономического роста влияют социально-экономические условия как в самом регионе, так и на окружающих его территориях (результаты панельной регрессии, моделей догоняющего роста и модели ОММ). Благоприятные условия ведения бизнеса, отсутствие задержек в заключении сделок, четко определенные правила хозяйственной деятельности приводят к росту ВРП и ВРП на душу населения. Что касается социально-экономических условий, то безработица негативно влияет на рост, а большие доли занятости в промышленности и в НИОКР – позитивно. Регионы, окруженные территориями с положительными темпами роста, сами растут быстрее. Последнее утверждение является эмпирическим подтверждением теоретических предположений об «очагах роста» и «региональных инновационных системах» [Cooke et al., 1997; Asheim and Isaksen, 2002].

Динамическое моделирование зависимостей между затратами на науку и инновации и региональным ростом может быть продолжено и углублено с учетом пространственных зависимостей с использованием новых моделей пространственной эконометрики, например ОММ модели с пространственной ошибкой [Karoor et al., 2007]. Данный анализ на основе панельной регрессии с пространственной ошибкой представлен в статье [Kaneva and Untura, 2018b].

2.6. Иерархический кластерный анализ как инструмент оценки регионального роста в комплексном подходе (на примере регионов Сибири)

Еще одним методом, позволяющим проводить диагностику инновационного развития регионов с возможностью выделения однородных по инновационному развитию групп регионов и формулировки дифференцированной региональной инновационной политики по группам регионов, является кластерный анализ.

Если факторный анализ сжимает в малое число переменных первоначальные признаки объекта, то кластерный анализ переводит данные в классификацию объектов. В кластерном анализе данные об объекте понимаются как точки в признаковом пространстве. Задача кластерного анализа формулируется как выделение «сгущений точек», разбиение совокупности на однородные множества объектов.

Процедура иерархического кластерного анализа по методу Уорда заключается в следующем: предполагается, что каждый объект – это отдельный кластер. Рассчитывается расстояние между объектами и в кластер объединяются наиболее «близкие» объекты. Метод Уорда приводит к образованию кластеров приблизительно равных размеров с минимальной внутрикластерной дисперсией.

В качестве меры различия будем использовать квадратичное евклидово расстояние, поскольку оно способствует увеличению контрастности кластеров. В качестве метода кластерного анализа первоначально авторами использовался «метод ближнего соседа» (nearest neighbor). В соответствии с этим методом расстояние между двумя кластерами определяется на основе расстояния между двумя самыми близкими объектами в разных кластерах. Однако второй метод – «метод дальнего соседа», в соответствии с которым расстояние между кластерами определяется на основе самого большого расстояния между двумя объектами в разных кластерах, дал более наглядные и легко интерпретируемые результаты [Канева, Унтура, 2013].

Результаты иерархического кластерного анализа представляются на дендрограммах. Дендрограмма отражает процесс агломерации, слияния отдельных переменных в единый окончательный кластер. По оси X откладывается межкластерное расстояние, а по оси Y номера или обозначения объектов.

Авторами проведен иерархический кластерный анализ регионов Сибири (Сибирского федерального округа) на основе индикаторов инновационной деятельности X_1 – X_{12} из табл. 2.1¹. Анализ проводился для номинальных значений показателей, поскольку в иерархическом кластерном анализе данные рассматриваются не в динамике, а отдельно для 2007 и 2011 гг. Для наглядного представления индикаторы отдельно перечислены в табл. 2.13.

Кластерный анализ по аналогии с факторным анализом проводился для первого и второго этапа Стратегии развития науки и инноваций [Стратегия, 2006]. Были выбраны 2007 г. и 2010 г., поскольку кластерный анализ предполагает построение кластеров отдельно для каждого года. Различные группировки областей в 2007 и 2010 гг. могут интерпретироваться как изменения приоритетов инновационной политики в субъектах Федерации.

¹ Подробнее о результатах иерархического кластерного анализа см. [Канева, 2012а], [Канева, Унтура, 2013].

Таблица 2.13

**Индикаторы инновационной деятельности СФО,
использованные в иерархическом кластерном анализе**

Показатель	Обозначение
Число организаций, выполнявших исследования и разработки, ед.	X_1
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, чел.	X_2
Число аспирантов, чел.	X_3
Число созданных передовых технологий, ед.	X_4
Число использованных передовых технологий, ед.	X_5
Удельный вес организаций, выполняющих исследования и разработки в общем числе организаций, %	X_6
Затраты на технологические инновации, млн руб.	X_7
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	X_8
Объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации, млн руб.	X_9
Подано заявок на изобретения, шт.	X_{10}
Выдано патентов на изобретения, шт.	X_{11}
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.	X_{12}

Результаты кластерного анализа регионов Сибири для 2007 г. представлены на рис. 2.2.

Кластерная структура представляется особо четкой на расстоянии 14–15. Из анализа рис. 2.2 видно, что в 2007 г. регионы Сибири разбивались на три больших кластера, причем Новосибирская область, как область с наибольшим числом научных сотрудников, самым высоким объемом выпуска инновационной продукции и лидер по числу патентов, представляет отдельный кластер. Также в отдельный кластер выделены малые регионы СФО (Республика Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия), исключение в этом кластере составляет лишь Забайкальский край. Прочие регионы объединены в третий кластер.

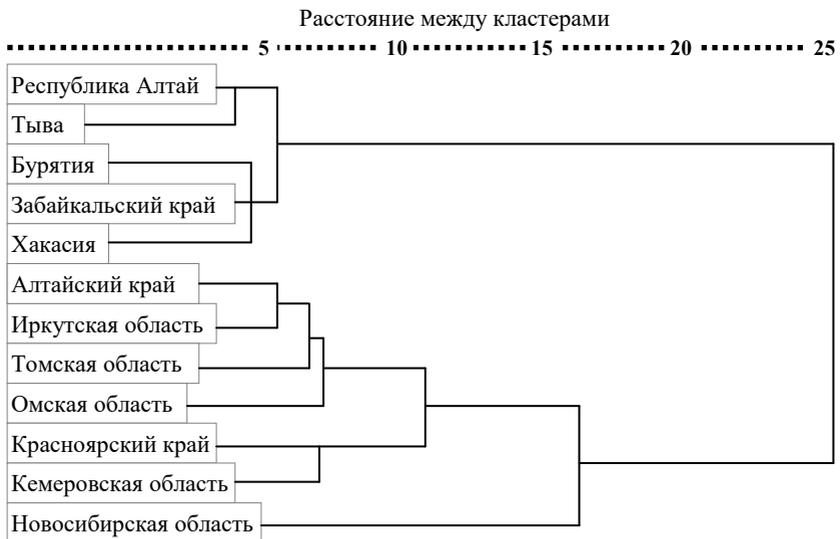


Рис. 2.2. Результаты кластерного анализа регионов Сибири, 2007 г.

Результаты кластерного анализа регионов Сибири для 2010 г. представлены на рис. 2.3.

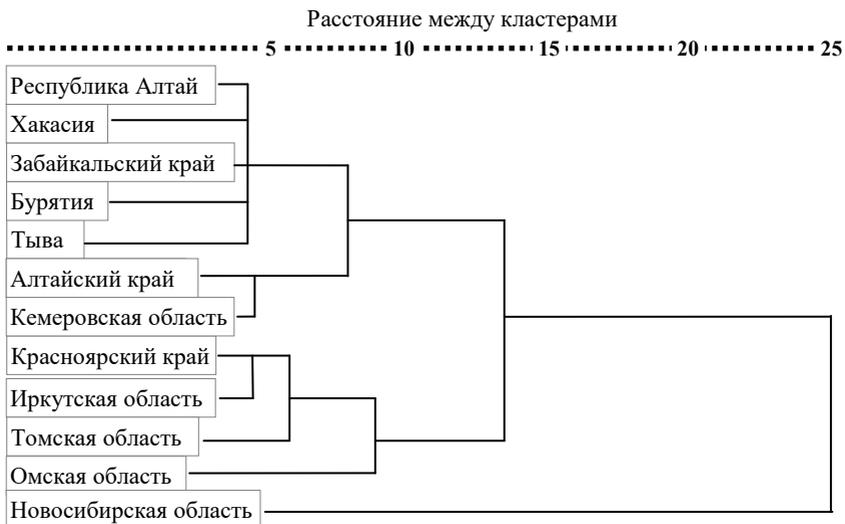


Рис. 2.3. Результаты кластерного анализа регионов Сибири, 2010 г.

Из анализа рис. 2.3 видно, что результаты кластерного анализа регионов Сибири для 2010 г. в основном совпадают с результатами для 2007 г. Новосибирская область также представляет отдельный кластер, в отдельный кластер выделяются и малые регионы (исключение в этом кластере составляет Забайкальский край). Изменения в 2010 г. касаются остальных регионов, теперь они выделяются не в один, а в несколько кластеров, причем Алтайский край и Кемеровская область соединяются в один кластер с малыми регионами.

Чем можно объяснить изменение в структуре кластеров? С одной стороны, на федеральном уровне происходило согласно Стратегии (2006) изменение приоритетов развития науки и инноваций. «Инновационный процесс стал трактоваться шире, упор был сделан не только на создание первичного знания в процессе НИОКР, но также и на производство и продажу инноваций» (глава 2.1). Также, факторный анализ для регионов СФО для периодов 2007 и 2010 гг. показал [Канева, Унтура, 2013], что отдельным фактором, объясняющим инновационное развитие сибирских регионов, стали затраты на технологические инновации. Близость регионов по динамике вложений в технологические инновации является возможным признаком объединения их в один кластер в 2010 г.

Для контроля фактора размера региона, авторы скорректировали индикаторы инновационной динамики с учетом размера ВРП и численности населения.

В кластерный анализ были включены следующие индикаторы:

- количество аспирантов на 10 000 чел.;
- количество исследователей на 10 000 чел.;
- затраты на технологические инновации на 1 000 руб. ВРП;
- объем инновационных товаров, работ, услуг на 1 000 руб. ВРП и пр.

Из рассмотрения были исключены два индикатора:

- 1) число организаций, выполнявших исследования и разработки (по причине отсутствия статистики о числе всех организаций);
- 2) удельный вес организаций, выполняющих исследования и разработки в общем числе организаций.

Затем была проведена повторно процедура иерархического кластерного анализа для 2007 и 2010 гг. В анализе по-прежнему использовались метод дальнего расстояния и евклидово расстояние. Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом размеров регионов приведены на рис. 2.4 и 2.5.

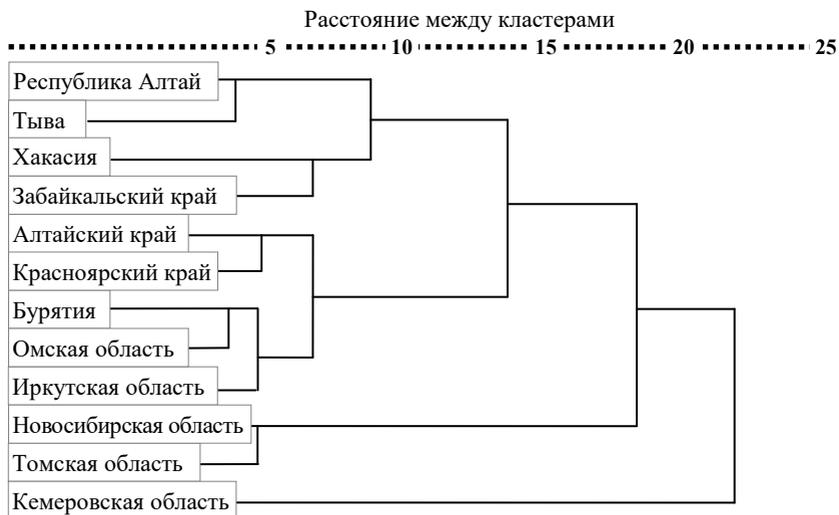


Рис. 2.4. Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом размеров регионов, 2007 г.

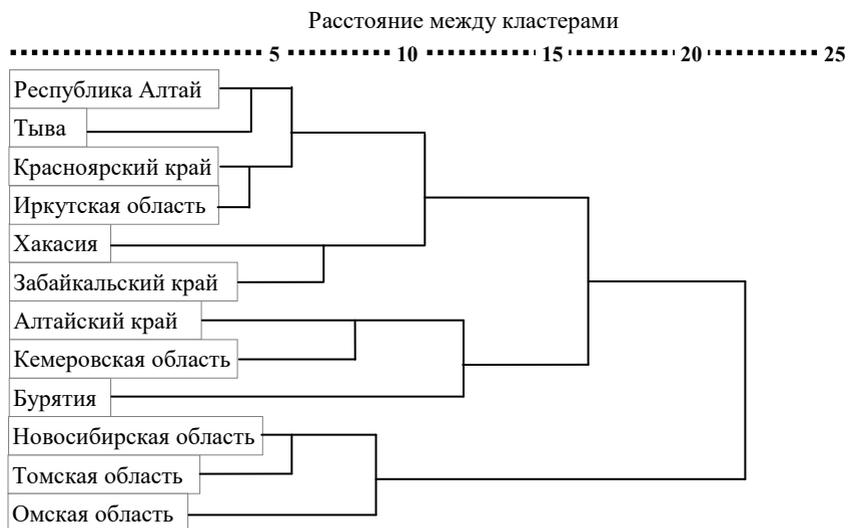


Рис. 2.5. Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом размеров регионов, 2010 г.

Из анализа рис. 2.4 видно, что все регионы Сибири с учетом их размеров были разделены на четыре крупных кластера. Отдельным кластером была выделена Кемеровская область как регион, выпускающий наибольший объем инновационной продукции на 1000 руб. ВРП и использующий наибольшее количество передовых технологий на 1000 исследователей. Томская и Новосибирская области также представляют собой отдельный кластер как области со схожими профилями инновационного развития. Как и прежде, даже с учетом размера, в отдельный (третий) кластер были выделены малые регионы. Остальные регионы были выделены в четвертый кластер.

Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом размеров регионов для 2010 г. (см. рис. 2.5) сложны для интерпретации. На первом этапе в один кластер были объединены Новосибирская, Томская и Омская области, в другой кластер – Алтайский край и Кемеровская область, в еще один кластер – Республика Тыва и Республика Алтай. После учета размеров регионов малые регионы стали принадлежать к разным кластерам в соответствии с их различными приоритетами инновационной политики. Разность приоритетов инновационной политики является выводом из кластерного анализа, однако объяснение того, в чем она состоит, возможно как на базе анализа инновационных индикаторов и поиска значительных различий (в том числе с помощью аппарата регрессий), так и с помощью прочтения экономической литературы и официальных документов в области инновационной политики правительств сибирских регионов. В рамках комплексного подхода представленного исследования иерархический кластерный анализ является способом выявления отличий в инновационных профилях субъектов СФО.

Предложенная методология иерархического кластерного анализа на основе использования набора индикаторов инновационного развития может использоваться для любого временного периода, а периодический анализ дендрограмм может стать инструментом анализа возможных изменений в группировке регионов Сибири или другого макрорегиона России. Результаты, полученные автором, могут быть использованы для анализа и оценки исследований эффективности региональной инновационной политики правительствами регионов Сибири.

Многоаспектный анализ, предложенный авторами, позволил выделить из набора индикаторов науки и инноваций ряд управляющих параметров экономического роста регионов России. Это: затраты на НИОКР и технологические инновации, количество выданных патентов, уровень развития человеческого капитала и благосостояния в соседних регионах. Регион, окруженный более богатыми регионами с высокими вложениями в НИОКР, запасами высококвалифицированной рабочей силы, готовой к миграции, имеет более высокий потенциал экономического развития, действующий через механизмы перетоков знаний и компетенций. Вместе с тем, сам регион должен активно инвестировать в исследования и разработку новых продуктов, поддерживая тем самым высокую абсорбционную способность. Согласно проанализированным государственным приоритетам в настоящее время государство делает акцент на ускоренное технологическое развитие промышленности, поэтому регионам следует сосредоточить усилия на создании и внедрении радикальных инноваций. Региональным правительствам и лицам, принимающим решения, при формировании территориальной политики следует периодически анализировать набор управляющих параметров. В дополнении к набору параметров необходимо отслеживать инновационную активность каждого региона внутри группы регионов с аналогичными целями и приоритетами. Последнее возможно с помощью аппарата иерархического кластерного анализа.

РАЗДЕЛ 2

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЗАТРАТ НА НАУКУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ

Глава 3

ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КАПИТАЛА ЗДОРОВЬЯ В ЭНДОГЕННОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ¹

В этой главе авторы ставят цель уточнить роль капитала здоровья как составляющей человеческого капитала (ЧК) в процессах экономического роста и описать механизмы влияния общественного здоровья и здоровья отдельного индивида на уровень ВВП/ВРП. Операционализация здоровья в микроэкономике происходит через концепцию капитала здоровья.

В современной экономической литературе человеческий капитал, общее определение которого как «набора созидательных способностей человека, служащих ему для получения доходов и удовольствий, включающий *биологически наследуемые способности*, а также моральные ценности, психологические установки и знания, приобретенные в процессе воспитания, формального и неформального образования (самообразования), в том числе профессиональные знания, практические навыки и опыт, приобретаемые в процессе жизни и работы» [Корицкий, 2013], указывает на связь со здоровьем и является одной из основных детерминант экономического роста.

¹ Глава подготовлена в рамках гранта РФФИ № 20-010-00205 «Роль капитала здоровья в социально-экономическом развитии регионов РФ».

Понятие капитала здоровья Гроссман [Grossman, 1992] трактуется как актив, позволяющий его обладателю как можно дольше использовать по назначению свой ЧК. Здоровье выступает товаром длительного пользования, а инвестиции в капитал здоровья представляют собой денежные и временные затраты, направленные на повышение уровня здоровья, такие как, например, физическая активность, отказ от потребления алкоголя и табакокурения и др. Очевидно, что инвестиции в капитал здоровья способствуют росту производительности труда, сокращению заболеваемости и смертности населения, что, в свою очередь, приводит к росту ВВП страны. Также инвестиции в капитал здоровья способствуют снижению амортизации ЧК, которая связана с процессами старения, и увеличивают трудоспособный возраст индивидов [Егорова, 2015].

Важно подчеркнуть, что созданная Гроссманом теория капитала здоровья является частью неоклассической экономической теории, а здоровье трактуется как вид капитала, позволяющий принести доход. Этот подход в настоящее время основной в экономике здравоохранения, на нем основаны модели взаимосвязи капитала здоровья и экономического роста. Существуют работы, в которых теория капитала здоровья рассматривается с точки зрения постулатов посткейнсианской теории [Розмаинский, 2011; Розмаинский и Татаркин, 2018]. В этом случае динамика накопления капитала здоровья связывается с индивидуальным рациональным выбором и фактором неопределенности. Используя посткейнсианскую трактовку капитала здоровья, Розмаинский делает интересные выводы относительно инвестиционной близорукости россиян, которая связана с неуверенностью в будущем и отсутствием социальных норм охраны здоровья, что приводит к нежеланию накапливать капитал здоровья [Розмаинский, 2011; Розмаинский и Татаркин, 2018]. Однако, забегаая вперед, отметим, что количественные подтверждения подобных выводов могут быть получены только при эконометрическом анализе на уровне индивидов и при условии выбора адекватных прокси-переменных, отражающих «неверие в будущее» [Розмаинский и Татаркин, 2018], тогда как при построении моделей на мезо- и макроуровне остаются верными постулаты теории Гроссмана, которой придерживаются и авторы настоящей главы. Поскольку дан-

ный раздел посвящен исследованию регионов (мезо-уровень), то все дальнейшие рассуждения о капитале здоровья ведутся в рамках неоклассической теории.

Капитал здоровья имеет прямую связь с экономическим ростом, которая становится особенно важной в экономике знаний. В развитых экономиках существует понимание того, что здравоохранение – это высокопроизводительная отрасль, которая через вклад в капитал здоровья и мультипликативный эффект способна дать сильнейший толчок социально-экономическому развитию страны. Мультипликативный эффект выражается в том, что, сохраняя здоровье, люди дольше и более производительно работают, предлагают больше инновационных решений, добиваются повышенных результатов [Аганбегян, 2017]. Согласно оценкам ВОЗ, одна сохраненная жизнь позволяет сохранить человеческий капитал на сумму около 200 тыс. долл США.

Впервые здоровье в модель экономического роста было включено в исследовании Р. Барро и Дж. Р. Барро [Barro and Barro, 1996]. Модель Барро включала физический капитал, уровень образования, капитал здоровья и количество отработанных часов (труд). Условие первого порядка в модели показало, что рост индикаторов здоровья (например, продолжительности жизни) повышает стремление инвестировать в образование, а увеличение капитала здоровья снижает уровень его «изнашивания» [Grossman, 1972] и обнаруживает, таким образом, убывающую предельную доходность от инвестиций в здоровье. Р. Барро и Дж. Р. Барро [Barro and Barro, 1996] подчеркивают, что здоровье является производящим активом и двигателем экономического роста.

Развивая идеи М. Гроссмана, Д.Э. Блум и Д. Каннинг [Bloom and Cuning, 2000] демонстрируют, что здоровые индивиды являются более производительными, а более высокая производительность транслируется в более высокий ВВП/ВРП на душу населения. Это осуществляется двумя способами.

Первый – это увеличение человеко-часов на рабочем месте. Согласно У. Джеку [Jack, 1999], здоровье влияет на физические и духовные способности индивида, а также на менеджмент организаций, и все эти факторы могут увеличить производительность труда. Необходимость заботы о больных родственниках может

уменьшить производительность труда индивида. С другой стороны, улучшения в системе здравоохранения, приводящие к увеличению продолжительности жизни населения и росту капитала здоровья, связаны с накоплением в течение жизни опыта, который также повышает производительность.

В подходе, определяющем второй способ, прослеживается взаимосвязь между капиталом здоровья и здравоохранением и подчеркивается, что здравоохранение является основным каналом поддержания и накопления капитала здоровья. Согласно этому подходу мероприятия по совершенствованию системы здравоохранения способны через накопление капитала здоровья привести к развитию ЧК, и через него – к экономическому росту. В частности, было показано, что реализация широкомасштабной программы по улучшению здравоохранения может привести к развитию территорий, на которых экономическая активность сдерживалась плохой эпидемиологической ситуацией [Sorkin, 1977].

Для оценки силы влияния капитала здоровья и системы здравоохранения на экономический рост в литературе используются следующие подходы:

- 1) учитывающие увеличение продолжительности жизни или снижение смертности в рамках производственных функций здоровья [Auster, 1969; Thornton, 2002].
- 2) учитывающие устранение определенного вида болезней и эпидемий (малярия, гепатиты, СПИД) или смягчение эпидемиологической ситуации [Dixon et al., 2002; Gallup and Sachs, 2001].
- 3) учитывающие увеличение затрат на здравоохранение для повышения качества ЧК (отдельные оценки даны в статье [Аганбегян, 2017]).

Настоящая работа относится к третьему направлению. Вместе с тем, было выявлено, что ранее в экономической литературе не были представлены модели, измеряющие влияние затрат на здравоохранение на экономический рост. Однако в эндогенных моделях роста и, в частности, в модели догоняющего роста в качестве независимых переменных индикаторов науки и инноваций используются затратные показатели. На основании выше-сказанного учет капитала здоровья в моделях эндогенного роста предлагается проводить через использование затрат на здравоохранение в качестве индикатора капитала здоровья.

Количественные оценки затрат на здравоохранение позволяют учесть повышение качества человеческого капитала, витального капитала и капитала здоровья как его составляющих, его влияния на рост, однако в настоящее время работ в данном направлении пока еще не очень много. Для анализа такого типа взаимосвязей необходимо уточнение причинно-следственной связи или причинности (causality) между капиталом здоровья и ростом.

Прямая или обратная связь между здоровьем/здравоохранением и экономическим ростом: причинность по Грэнджеру

Выше на примере теоретических и эмпирических исследований был сформулирован тезис о том, что здоровье влияет на производительность человека, что, в свою очередь, приводит, к росту благосостояния индивидов и территорий, на которых они проживают [Jack, 1999]. В настоящем разделе модель эндогенного роста модифицируется с целью одновременного учета влияния науки и инноваций (через затраты на НИОКР и затраты на технологические инновации) и капитала здоровья (через затраты на здравоохранение) на темпы экономического роста в регионах РФ.

Первая задача, возникающая при построении модели, это учет проблемы эндогенности, которая при данной формулировке модели означает возможное одновременное влияние показателей роста (темп роста ВРП на душу населения) и расходов на здравоохранение, а существование эндогенности приводит к смещенным оценкам коэффициентов регрессии. Однако до недавнего времени в литературе оставался открытым вопрос об одновременном влиянии (или причинности – causality) роста и здоровья.

Если то, что здоровье положительно влияет на рост установлено в литературе, можно ли предположить, что рост влияет на здоровье? Люфт [Luft, 1978] так объясняет зависимость между факторами благосостояния и здоровья: «многие индивиды, которые не были бы бедными, являются таковыми, потому что они больны; но лишь немногие индивиды, которые были бы здоровыми, являются больными, потому что они бедны». Это утверждение означает, что существует прямая связь между болезнью и бедностью (или здоровьем и ростом, здоровье стимулирует

рост), но не существует обратной взаимосвязи между бедностью и болезнью (или ростом и здоровьем). Люфт утверждает, что бедность не влечет за собой болезнь, хотя это утверждение можно оспорить на основании многочисленных исследований (например, [Cutler et al., 2006]), которые показывают, что экономический рост влечет за собой улучшение в питании и качестве медицинской помощи, которые, в свою очередь, ведут к снижению риска заболеваний и увеличению продолжительности жизни. Таким образом, можно говорить о том, что вопрос взаимосвязи и причинности между индикаторами уровнями здоровья и экономического роста нуждается в более тщательном изучении.

Если перейти от здоровья индивида (микроуровень) к системе здравоохранения в регионе (мезо-) или в стране (макроуровень), то вопрос не теряет свою актуальность, а, наоборот, становится еще более важным. Если в качестве индикатора системы здравоохранения рассматривать расходы на здравоохранение на душу населения в регионе (стране), то как, принимая во внимание причинность, определить степень влияния затрат на рост благосостояния территории? Вопрос причинности трансформируется в технические трудности при построении адекватной эконометрической модели роста с включением затрат на здравоохранение и необходимости учета эндогенности регрессоров.

Предположим, что Y – это индикатор экономического роста (например, ВРП на душу населения), а независимая переменная в некоей формулируемой авторами монографии модели GHE – это общие затраты на здравоохранение на душу населения, одна из независимых переменных. GHE есть сумма частных (ООР) и государственных расходов на здравоохранение (PHE).

В том случае, если GHE является регрессором, авторы модели тестируют предположение о том, что рост GHE оказывает статистически значимый (положительный) эффект на ВРП на душу населения (связь $GHE \rightarrow$ рост). Однако разумно предположить, что более богатые регионы/страны могут вкладывать больше средств в развитие здравоохранения, а значит, возможна связь $\text{рост} \rightarrow GHE$. Такая связь означает возможную одновременность (reverse causality) для факторов модели и следующую из нее эндогенность. Прежде чем перейти к решению проблемы эндогенности, кратко рассмотрим работы, обсуждающие зависимость между расходами на здравоохранение и индикаторами экономического роста, в том числе доходом.

Взаимосвязь рост (ВВП, ВВП на душу) → затраты. Несмотря на то, что теоретическая взаимосвязь между здоровьем и ростом в теории началась с обсуждения влияния здоровья на уровень благосостояния, эмпирической проверке в первую очередь подверглась связь *рост → затраты на здравоохранение*. Вслед за [Erdil and Yetkiner, 2009] и [Xu et al., 2011] назовем эту связь *прямой*. Кросс-секционный анализ стран ОЭСР показал, что эластичность затрат на здравоохранение от ВВП на душу населения составляет по странам от 1,2 до 1,5 (то есть рост ВВП на душу населения на 1 п.п. приводит к росту общих затрат на здравоохранение по странам ОЭСР в пределах от 1,2 до 1,5 п.п.). Такие оценки приводились в работах Клеймана [Kleiman, 1974], Ньюхауса [Newhouse, 1977], Лью [Leu, 1986] и Гетцена [Getzen, 2000]. Исследование 191 страны в 1997 г. дало близкие оценки эластичности – от 1,13 до 1,28% в зависимости от спецификации и набора независимых переменных [Musgrove et al., 2002].

Более сложная панельная регрессия была построена Бальтажи и Москоне [Baltagi and Moscone, 2010] для 20 стран ОЭСР за период 1971-2004 гг. Результаты моделирования показали, что оценка эластичности расходов были ниже кросс-секционных эластичностей и равнялась 0,87.

Взаимосвязь затраты → рост. Работы по исследованию *обратной* связи изучают взаимосвязь между здоровьем и экономическим ростом на микроуровне.

Шульц и Тансель [Schultz and Tansel, 1997] анализируют влияние уровня заболеваемости населения Кот-Д'Ивуара и Ганы на производительность труда через влияние числа дней, пропущенных по болезни, на отработанные человеко-часы и дают оценки данного влияния с учетом возможной проблемы эндогенности, которая решается в модели через использование метода инструментальных переменных (или *IV*). С учетом *IV* каждый пропущенный день по болезни снижает логарифм количества отработанных человеко-часов за последние 4 недели на 0,034 в Кот-Д'Ивуаре и на 0,033 в Гане, одновременно пропущенные дни по болезни ведут к снижению заработной платы работников.

Исследование Глика и Сана [Glick and Sahn, 1998] оценивает влияние индивидуальных характеристик, связанных со здоровьем, на производительность населения Конакри, в Гане. Исследо-

ватели показали, что рост (как прокси переменная производственной функции здоровья (ПФЗ) [Weil, 2014]) и индекс массы тела оказывают положительное статистически значимое влияние на производительность труда, а вот для калорийности питания такой взаимосвязи найдено не было.

В целом, описывая прямую и обратную связь Эрдил и Йеткинер [Erdil and Yetkiner, 2009] пришли к выводу что количество работ, изучающих обратную связь «затраты на здравоохранения → рост» на мезо- и макроуровне ограничено. Агуайо-Рико и соавторы [Aguayo-Rico et al., 2005] восполняют данный пробел в литературе построением модели МНК для темпов роста ВВП 53 стран мира в 1970–1980 гг. и 1980–90 гг. Независимыми переменными их модели являются как традиционные факторы моделей роста – труд, капитал, образование, так и факторы, связанные со здоровьем индивидов в стране – поведение индивида и его стиль жизни¹, окружающая среда и медицинские услуги. Каждый из этих факторов представляет собой индекс от 0 до 100. Среди факторов, связанных со здоровьем, медицинские услуги оказывают наибольшее, статистически значимое влияние на темп роста ВВП: коэффициент при данной переменной составил $-0,0017$ и имеет отрицательный знак, поскольку при построении индекса наименьшее значение имеют страны с наибольшими показателями обеспеченности услугами здравоохранения.

Для решения проблемы эндогенности и определения какой тип связи – прямой или обратной – доминирует для каждого набора данных, например, в случае данных из различных стран Эрдил и Йеткинер [Erdil and Yetkiner. 2009] предлагают использовать тест Грэнджера на причинность [Granger, 1969] для определения направления влияния (прямого или обратного) между расходами на здравоохранение и ВВП для 75 стран мира с 1990 по 2000 г.

Тест Грэнджера заключается в последовательной проверке двух нулевых гипотез: « x не является причиной y по Грэнджеру» и « y не является причиной x по Грэнджеру» через построение двух регрессий: в каждой регрессии зависимыми переменными являются x или y , а независимыми переменными выступают лаги

¹ Сюда включаются такие переменные как потребление алкоголя и табака.

x и лаги y . Данные уравнения являются уравнениями векторной авторегрессии.

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_p y_{t-p} + b_1 x_{t-1} + b_2 x_{t-2} + \dots + b_p x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (36)$$

$$x_t = c_0 + c_1 x_{t-1} + c_2 x_{t-2} + \dots + c_p x_{t-p} + d_1 y_{t-1} + d_2 y_{t-2} + \dots + d_p y_{t-p} + u_t \quad (37)$$

Для каждой регрессии нулевая гипотеза заключается в том, что коэффициенты при лагах второй переменной одновременно равны нулю.

$$H_0^1 : b_1 = b_2 = \dots = b_p = 0 \quad (38)$$

$$H_0^2 : d_1 = d_2 = \dots = d_p = 0 \quad (39)$$

Тестируются гипотезы с помощью F-теста и LM-тестов.

В монографии по аналогии с [Erdil and Yetkiner, 2009] решается задача определения на основе теста Грэнджера направления связи «расходы на здравоохранение – рост» для 80 регионов России в 2005–2013 гг. Для этого в набор переменных, описанных ранее, вводятся три дополнительных переменных (табл. 3.1).

Исходные данные имеют вид панели для 80 регионов и 9 лет. Панель может быть разделена на 80 временных рядов длиной 9 лет, для каждого из которых можно выполнить тест Грэнджера.

Обязательным условием для проведения теста Грэнджера является стационарность ряда [Foresti, 2006]. Тестом на стационарность является расширенный тест на единичные корни Дики-Фуллера (ADL или augmented Dicky-Fuller test) [Baltagi, 2003]. Нулевой гипотезой теста является наличие единичного корня для α ряда.

$$y_t = \alpha + y_{t-1} + u_t \quad (40)$$

Если α имеет единичный корень, то тестируемый ряд не стационарен. В тесте также можно задавать лаг для включения сдвигов указанного лага.

Авторы рассматривают временные ряды для Новосибирской области и Москвы.

Таблица 3.1

Дополнительные переменные модели роста (N=720)

Переменная	Обозначение	Расшифровка	mean	st.dev	min	Max
(1) Государственные расходы на здравоохранение как % в ВВП	<i>phe</i>	Расходы на программу государственных гарантий в ОМС как % в ВВП	1,952	0,963	0	8,411
(2) Частные расходы на здравоохранение как % в ВВП	<i>oor</i>	Расходы населения на медицинскую помощь как % от ВВП	0,697	0,355	0	3,423
(3) Общие расходы на здравоохранение как % в ВВП	<i>ghe</i>	(3)=(1)+(2)	2,648	1,095	0	8,781

Примечание: Доступны данные с 2006 по 2013 гг. В панели данные 2005 г. зафиксированы на уровне 2006 г.

Результаты теста ADL для Новосибирской области с лагом 1 приведены в табл. 3.2. Результаты для Москвы приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.2

Результаты расширенного теста Дики-Фуллера для Новосибирской области (лаг 1)

Переменная	Статистики	p-value (наблюдаемая значимость)
Темп прироста ВВП на душу населения (<i>growth</i>)	-2,161	0,2209
Общие расходы на здравоохранение как % от ВВП (<i>ghe_share</i>)	-8,374	0,0000

Таблица 3.3

Результаты расширенного теста Дики-Фуллера для г. Москвы (лаг 1)

Переменная	Статистики	p-value (наблюдаемая значимость)
Темп прироста ВВП на душу населения (<i>growth</i>)	-1,699	0,4318
Общие расходы на здравоохранение как % от ВВП (<i>ghe_share</i>)	-1,502	0,5327

Как показали результаты теста для Новосибирской области, временной ряд общих расходов на здравоохранение является стационарным (p -value $< 0,05$), в то время как временной ряд для переменной *growth* является нестационарным. В случае Москвы оба ряда являются нестационарными.

Нестационарность рядов для Москвы делает невозможным применение теста Грэнджера. В случае Новосибирской области тест Грэнджера может быть рассчитан, но результаты теста должны трактоваться с осторожностью. Тест Грэнджера рассчитывается по результатам построения векторной авторегрессии (VAR, блок *postestimation*), в которую в качестве переменных авторами были включены переменные *growth*, *rd_share_grp* (доля затрат на НИОКР в ВРП), *sfl* (социальный фильтр) и *ghe_share*. В таблице 3.4 представлены результаты теста Грэнджера.

Таблица 3.4

**Результаты теста Грэнджера на причинность,
postestimation для VAR**

Уравнение для переменной	Исключенная переменная	χ^2	Степени свободы df	Prob > χ^2
<i>growth</i>	<i>rd_share_grp</i>	0,967	1	0,326
<i>growth</i>	<i>sfl</i>	3,411	1	0,078
<i>growth</i>	<i>ghe_share</i>	8,823	1	0,003
<i>growth</i>	all	11,148	3	0,011
<i>rd_share_grp</i>	<i>growth</i>	7,033	1	0,008
<i>rd_share_grp</i>	<i>sfl</i>	23,392	1	0,000
<i>rd_share_grp</i>	<i>ghe_share</i>	19,27	1	0,000
<i>rd_share_grp</i>	all	24,668	3	0,000
<i>sfl</i>	<i>growth</i>	0,763	1	0,383
<i>sfl</i>	<i>rd_share_grp</i>	0,113	1	0,736
<i>sfl</i>	<i>ghe_share</i>	0,007	1	0,934
<i>sfl</i>	all	1,192	3	0,755
<i>ghe_share</i>	<i>growth</i>	0,737	1	0,391
<i>ghe_share</i>	<i>rd_share_grp</i>	2,086	1	0,149
<i>ghe_share</i>	<i>sfl</i>	0,003	1	0,956
<i>ghe_share</i>	all	2,497	3	0,476

Данные табл. 3.2 свидетельствуют о том, что для Новосибирской области существует обратная взаимосвязь, то есть причинность «общие затраты на здравоохранение \rightarrow рост» (p-value для этой взаимосвязи равна 0,003)¹. Однако нужно помнить, что поскольку ряд *growth* для НСО не стационарен и результаты нужно трактовать с осторожностью, то есть нельзя исключать возможность, что существует и прямая связь для этого региона. Нестационарность обоих рядов в случае Москвы исключает возможность определения типа связи и причинности для этой территории. Аналогично можно проводить тест Грэнджера для остальных изучаемых регионов.

Поскольку тест Грэнджера не дает однозначного ответа на вопрос о существовании одновременной зависимости, приводящей к эндогенности, исключить эндогенность в панельных данных нельзя. Решение проблемы эндогенности в этом случае возможно: 1) через использование лагов независимых переменных либо 2) через использование подхода инструментальных переменных (сокр. IV). Авторы, вслед за [Rodiriguez-Pose and Villarreal-Peralta, 2015], используют лаги независимых переменных. Построение модели и ее оценка проводятся ниже.

Использование лагов зависимых переменных позволяет учесть прямую взаимосвязь $Y \rightarrow X$, которая для нашей эконометрической модели привела бы к смещенным оценкам. Для исключения влияния темпов прироста ВРП на душу населения в период t на затраты на здравоохранение в период t , то есть ситуации, когда рост благосостояния населения приводит к улучшению условий в отрасли здравоохранения, в том числе через рост вложений в отрасль здравоохранения и затрат на лечение, в регрессию включаются затраты на здравоохранение предыдущего периода $(t-1)$ ². Лагирование всех остальных независимых переменных аналогичным образом решает проблему эндогенности остальных регрессоров.

¹ Тест также дает основания утверждать, что социальный фильтр, доля НИОКР в ВРП и общие затраты на здравоохранение в ВРП в совокупности также определяют рост. Об этом говорит коэффициент 11,148 для статистики хи-квадрат.

² Возможно существование зависимостей ВРП на душу населения от более глубоких лагов затрат на здравоохранение, однако исследование данных зависимостей остается за рамками исследования.

Модель догоняющего роста с включением затрат на здравоохранение

Исследование опирается на данные о расходах на здравоохранение на уровне регионов, собранные из различных источников сотрудниками НИФИ при Минфине России [Авксентьев и др., 2016]. Государственные расходы на здравоохранение (ГРЗ) представлены расходами на программу государственных гарантий (ПГГ) бесплатного оказания гражданам медицинской помощи в системе ОМС (см. табл. 3.1). Согласно определению переменной, она показывает сумму средств, которые выделяет государство на поддержание и накопление капитала здоровья через профилактику и лечение заболеваний. В связи с тем, что подавляющая часть расходов на здравоохранение в нашей стране осуществляется государством (1,96% против 0,70% частных расходов, см. табл. 3.1), авторы предполагают, что именно ГРЗ оказывают основное влияние на капитал здоровья и через него – на экономической рост регионов.

Гипотеза 1. Государственные расходы на здравоохранение оказывают значимое, положительное влияние на экономический рост регионов РФ.

Частные расходы на здравоохранение (ЧРЗ) представлены расходами населения на медицинскую помощь. Необходимо отметить особенности собранных статистических данных:

- 1) объем платных медицинских услуг представляет собой денежный эквивалент медицинской и санитарно-профилактической помощи, оказанной населению (прямые платежи населения). Также, согласно особенностям методологии, оценка объема платных услуг включает в себя оценку неформальных платежей граждан, однако точность данной оценки остается под вопросом [Засимова, Канева, 2014];
- 2) в показатель не включаются расходы на лекарственные средства и медицинские товары, поскольку в доступной статистике невозможно выделить отдельно расходы на лекарства;
- 3) показатель не включает данные об объеме выплат гражданами по договорам ДМС, поскольку соответствующие данные Росстата в разрезе субъектов РФ являются неточными.

Рост прямых платежей, доля которых увеличилась с 16,9% в 1995 г. до 37,4% в 2014 г. (при рекомендуемой ВОЗ доле в 15–20%), связан с разрывом между государственными гарантиями бесплатного предоставления медицинской помощи населению и их финансовым обеспечением. Население оплачивает не те услуги, которые напрямую связаны с капиталом здоровья, а те, которые не предоставляются бесплатно государством в месте проживания. Отсюда можно сделать предположение о том, что ЧРЗ в меньшей степени, чем ГРЗ, связаны с развитием капитала здоровья и, как следствие, с экономическим ростом регионов; их роль заключается в том, что они компенсируют несовершенство современной системы здравоохранения России.

Гипотеза 2. Частные расходы на здравоохранение не оказывают статистически значимого влияния на экономический рост регионов РФ.

Для оценки влияния затрат на здравоохранение на региональный рост в РФ авторы дополняют модель догоняющего роста переменными затрат на здравоохранение. Авторами рассчитывается панельная регрессия с фиксированными эффектами. Выбор в пользу регрессии с фиксированными эффектами был сделан на основании теста Хаусмана на функциональную форму.

Спецификация 1 включает как индикатор расходов на здравоохранение государственные расходы на здравоохранение как доля в ВРП – *PHE*. В спецификации 2 используются общие затраты на здравоохранение как доля в ВРП – переменная *GHE*. В спецификации 3 дана оценка вклада частных расходов на здравоохранения. Результаты представлены в таблице 3.5.

Результаты спецификаций 1 и 2 показывают, что для российских регионов существует положительный, статистически значимый эффект общих и государственных расходов на здравоохранение как % от ВРП (выполняется гипотеза 1). При этом важно подчеркнуть, что увеличение государственных затрат на здравоохранение (%) приводит к большему росту темпов роста ВРП на душу, нежели увеличение общих расходов, в которые входят частные расходы на здравоохранение [Канева, 2019]. Увеличение на 1 процентный пункт государственных затрат на здравоохранение приводит к росту темпов роста регионов на 1,34 процентных пункта. Данная оценка показывает, что влияние затрат на здравоохранение составляет примерно половину от влияния затрат на НИОКР.

Таблица 3.5

**Модель догоняющего роста с затратами на здравоохранение,
зависимая переменная – темп прироста ВРП на душу населения,
80 регионов РФ, 2005–2013 гг.¹**

Независимые переменные	Спецификация 1 N=640	Спецификация 2 N=640	Спецификация 3 N=640
1	2	3	4
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 2 года	-12,952*** (2,601)	-12,876*** (2,605)	-13,338** (2,585)
Вложения в НИОКР как % от ВРП с лагом в 1 год	2,652** (1,248)	2,679** (1,246)	2,789** (1,227)
Социальный фильтр с лагом в 1 год	-0,205 (0,206)	-0,210 (0,213)	-0,189 (0,201)
Перетоки НИОКР с лагом в 1 год	12,996 (8,835)	13,610 (8,799)	12,804 (9,351)
Переток социально-экономических условий с лагом в 1 год	-1,782 (1,119)	-1,690 (1,114)	-1,606 (1,141)
Переток ВРП на душу населения с лагом 1 год	-0,0002** (0,00009)	-0,0002** (0,00009)	0,0002** (0,00009)
Государственные расходы на здравоохранение как % в ВРП с лагом 1 год	1,335** (0,664)	–	–
Общие затраты на здравоохранение как % ВРП с лагом 1 год	–	0,987** (0,346)	–
Частные затраты на здравоохранение как % ВРП с лагом 1 год	–	–	0,123 (1,900)

¹ Корреляционная матрица предоставляется по запросу. Корреляционная матрица показала, что не существует значительных корреляций между переменными модели.

Окончание табл. 3.5.

1	2	3	4
2007	4,841** (1,548)	4,803** (1,553)	4,825** (1,601)
2008	5,077** (2,758)	5,005** (2,767)	5,079** (2,847)
2009	-1,504 (3,257)	-1,583 (3,246)	-1,506 (3,344)
2010	7,576* (4,368)	7,345* (4,403)	7,692 (4,638)
2011	10,934** (4,618)	10,732** (4,626)	10,885** (4,815)
2012	10,403** (5,247)	10,217* (5,267)	10,340* (5,450)
2013	10,656* (6,248)	10,433 (6,289)	10,780 (6,552)
Константа	150,635*** (30,779)	149,549*** (30,892)	158,937*** (31,412)
Тест Фишера на равенство коэффициентов нулю коэффициентов регрессии	F(14,79)=53,50 [0,0000]	F(14,79)=51,89 [0,0000]	F(14,79)=51,89 [0,0000]
R ²	0,1497	0,1526	0,1588

Примечание 1: робастные стандартные ошибки в скобках (опция `vce(robust)`).

Примечание 2: *, **, *** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно.

Примечание 3. Тесты Хаусмана были проведены для спецификаций без тайм эффектов.

В спецификации 3 коэффициент при переменной ЧРЗ как доли в ВРП не является статистически значимыми. Для проверки робастности модели была построена панельная регрессия, в которой в состав частных расходов на здравоохранение входили расходы на лекарственные средства и медицинские товары. Коэффициент при этой переменной также оказался незначимым, что подтвердило устойчивость исходной модели. Дальнейшее исследование влияния частных расходов на здравоохранение в рамках динамических модели Ареллено-Бонда было проведено в [Канева, 2019].

Выводы

В рамках настоящего кейс-стади предпринята попытка учета капитала здоровья и его влияния на экономический рост регионов РФ в рамках модели догоняющего роста. Проведенное исследование восполняет пробел в современной литературе по теории роста, в которой до настоящего времени отсутствовал системный анализ взаимосвязи здоровья и экономического роста.

Значимый и положительный эффект капитала здоровья на экономический рост и в рамках инновационного развития подчеркивает важность совершенствования методов управления капиталом здоровья как составляющей человеческого капитала. Управление должно происходить посредством воздействия на две группы факторов:

1. Факторы, влияющие на популяционное здоровье в стране. Воздействие на факторы осуществляется государством в системе здравоохранения, в том числе на основе государственных затрат на здравоохранение.
2. Факторы, влияющие на здоровье отдельных индивидов. Воздействие осуществляется как государством, так и самим индивидом (например, ведение здорового образа жизни, своевременное обращение к врачу) через частные затраты на здравоохранение.

В настоящей формулировке модели социально-экономические условия представлены социальным фильтром, в который входят факторы, оценивающие уровень развития человеческого капитала в части образования: доля населения с высшим образованием от общего числа занятых в экономике; занятые в НИОКР как % от общего числа занятых в экономике и доля населения, занятого в сельском хозяйстве в общем числе занятых. В данной формулировке в фильтре отсутствуют индикаторы уровня здоровья населения. Фильтр мог быть дополнен индикатором продолжительности жизни. В этом случае возможно было на первом этапе отдельно построить регрессионное уравнение, оценивающее влияние расходов на здравоохранение на продолжительность жизни, а затем данную оценку включить в составляющие социального фильтра и рассчитать его влияние на региональный рост. Такая альтернативная формулировка модели является направлением будущего исследования авторов.

Также в настоящей постановке – МНК регрессия – предельный эффект от изменения параметра вложения в здравоохранение является линейным. Но на практике бесконечное увеличение затрат на здравоохранение в ВРП не является эффективным. В настоящих условиях в России наблюдается недофинансирование здравоохранения, и стоит задача повышения расходов на здравоохранение, чтобы сократить разрыв со странами Европы (например, Германия в 2014 г. – государственные расходы 8,7% в ВВП, общие – 11,3%; Франция – 9,0% и 11,5% соответственно). Однако необходимо помнить про альтернативные издержки (увеличение доли затрат на здравоохранение в условиях бюджетного ограничения приведет к снижению других категорий затрат) и про уменьшающийся предельный эффект затрат, связанный со снижением вклада затрат в продолжительность жизни и, как возможное следствие, снижением вклада в рост. Следовательно, увеличение доли затрат свыше некоторого предела не является эффективным. Эксперты соглашаются, что уровень расходов США на фоне более низкой по сравнению с Европой продолжительностью жизни не является эффективным [Раскич, 2013]. В США осознание этого факта привело к активным дебатам по реформе здравоохранения в Конгрессе. При интерпретации модели альтернативные издержки и убывающий предельный эффект от затрат на здравоохранение должны быть приняты во внимание.

Глава 4

МОДЕДИРОВАНИЕ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЗАТРАТ НА ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКУ И ПЕРЕТОКОВ ЗНАНИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ¹

Человеческий капитал (ЧК) является одной из основных детерминант экономического роста. Он имеет разные трактовки. Исследования Лукаса [Lucas, 1988], Шульца [Schultz, 1961], Бейкера [Becker, 1964], Ромера [Romer, 1990], посвященные ЧК показали, что приращение человеческого капитала происходит в секторе образования. Повышая производительность высококвалифицированного труда, ЧК влияет на технологические изменения и экономический рост, уровень доходов [Корицкий, 2008а, Корицкий, 2008б]. В дальнейшем появились исследования, которые расширили характеристики ЧК за счет, например, фактора здоровья. «Концепция человеческого капитала является широкой и включающей качество образования, уровень здоровья работающего населения и различные программы повышения квалификации, обучения на рабочем месте и другие типы образования на протяжении жизни» [Savvides, Stengos, 2009. p. 4]. В развитом информационном обществе начинает преобладать экономика знания, воздействуя на экономический рост [Castells, 2000; Chen, Dahlman, 2005; Robertson, 2008; Аганбегян, 2017]. Структура ЧК рассматривается уже как синергия науки, образования, здравоохранения и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в единстве четырех компонентов, влияющих на качество генерации и использования знаний в производстве, то есть они создают условия для формирования современного технологического базиса и перетоков знаний в реальный сектор экономики².

¹ Глава подготовлена в рамках гранта РФФИ 17-02-00060 «Оценка влияния факторов инновационного развития на экономический рост регионов России».

² В *настоящей главе* авторы анализируют компоненты человеческого капитала и влияние затрат на науку и высшее образование и их перетоков на экономический рост. Это в первую очередь обусловлено доступностью данных по отдельным секторам образования.

Модели экономического роста, в которых количественно оценивается вклад ЧК в прирост ВРП (или целевые показатели производственных функций знаний), позволяют судить об экономической отдаче инновационного вектора экономики знаний [Канева, Унтура, 2017; Канева, Унтура, 2018]. В моделях эндогенного роста экономики используют разнообразные показатели ЧК: уровень образованности населения, способность к переобучению, затраты на образование и т.д.; показатели уровня здоровья (продолжительность жизни, смертность детского населения, затраты на здравоохранение), а также объемы общего и государственного финансирования всей социально-культурной сферы. Несколько реже для операционного описания компонентов человеческого капитала используют показатели занятости персонала в науке, финансирования отдельных видов исследований, индикаторы развития информационно-коммуникационных технологий, которые наряду с образованием и здравоохранением составляют интеллектуальное ядро экономики знания. Количественная оценка влияния факторов ЧК на экономический рост моделируется в зависимости от целей политики регулирования в целом социальной сферы или отдельных ее подотраслей. В частности, влиянию человеческого капитала на экономический рост посвящена монография Саввидеса и Стенгоса, где рассмотрены совместно факторы образования и здравоохранения [Savvides and Stengos, 2009].

В главе 4 сконцентрируем свое внимание на интеграции сферы науки и высшего образования, которая необходима в активизации инновационных процессов, не умаляя при этом роль остальных ступеней образования. Очевидно, что в современной трактовке контур системы образования начинается с дошкольного образования, а расширительно он предполагает процесс «пожизненного обучения». Но именно смычка науки, профессионального высшего (и среднего образования) и их перманентное улучшение генерируют знания и компетенции, позволяющие осуществлять принципиальные структурные преобразования в обществе и сдвиги в экономике в сторону новейших технологических укладов.

По нашему мнению, *современное использование ЧК* – это взаимосвязанное развитие не только всей социальной сферы, но прежде всего конвертация достижений науки, образования, здравоохранения, информационно-коммуникационных технологий

в развитие экономики и преобразование ее технологического базиса, повышение благосостояния населения путем синергетического эффекта.

Структурный сдвиг в сторону подотраслей экономики знания в качестве факторов долговременного роста намечен в Стратегии технологического развития России до 2030 г. и Прогнозе НТП до 2030 г., в долговременных программах развития ведомств.

В настоящей главе предложен один из методических подходов к оценке влияния финансирования науки и высшего образования, кадров высшей квалификации и перетоков знаний на динамику экономического роста. Построение эконометрической модели эндогенного роста позволит нам проверить гипотезы о необходимости повышения инвестиций в ЧК в качестве прогрессивного направления структурной перестройки, обеспечивающего заметный ежегодный прирост ВРП на душу населения.

В этой связи рассмотрим тенденции и некоторые проблемы финансирования образования и науки в составе расходов на социальные цели государства. Представляется актуальным оценить сложившийся потенциал интеграции ВО и науки в регионах РФ, отдачу инвестирования в ЧК, проявляющуюся в динамике экономического роста. Измерителем социально-экономического эффекта может выступать ежегодный прирост ВРП на душу населения.

4.1. Тенденции и проблемы финансирования образования и науки как структурных элементов социальной сферы и экономики

Россия входит в пятерку стран-лидеров по доле со средним и высшим образованием в численности населения, а по качеству образования, создаваемого продолжительностью обучения 15,7 лет, страна представлена среди 20% стран – лидеров, что свидетельствует о сохранении национальных позиций по образованности населения, развитию сектора образования, достигнутых в советский период, на высоком уровне. Однако эти позиции могут стать неустойчивыми по следующей причине. Финансирование сферы образования осуществляется за счет государственных бюджетных средств и внебюджетных фондов, в которых заметна доля средств населения, предприятий и т.д. «Однако, несмотря на многочис-

ленные бюджетные вливания на реализацию различных «инициатив превосходства», в образовании сохраняется проблема его недофинансирования со стороны государства и частного сектора. Хотя расходы бюджетов всех уровней на образование за последние 10 лет выросли в 2,5 раза по показателю их доли в ВВП (3,6% в 2016 г.), Россия находится в конце первой сотни стран мира. Масштабы недофинансирования образования даже для текущей деятельности по существующим образовательным стандартам оцениваются примерно в 1% ВВП [Технологическое будущее российской экономики, 2018, с. 147]. Вместе с тем этот вопрос дискутируется, так как есть авторы, полагающие, что доля специалистов с высшим образованием сейчас избыточна.

Проблема с финансированием образования стала обостряться на фоне кризиса 2008 г., вызвавшего впоследствии напряженность бюджетов разных уровней. Кроме того, в последние 15 лет приоритеты поддержки отдельных отраслей социально-культурной сферы (СКС) были сдвинуты от образования в сторону социальной политики, учитывая нарастание проблемы бедности населения. Так, снизились удельные расходы в структуре СКС: на образование – с 22 до 18,1%, здравоохранение – с 21,1 до 17,1%, культуру – с 3,2 до 2,4% за счет повышения удельного веса расходов на спорт с 0,8 до 1,5%, социальную политику – с 51,9 до 60, 1% [Рудник, Романова, 2017].

Хотя динамика расходов на СКС из федерального бюджета за период 2000–2015 гг. была положительная, но ее замедление заметно после 2012 г. В целом за этот период финансирование СКС из федерального бюджета в номинальном выражении выросло в 22,5 раз, а реальном – в 3,7раза. Что касается динамики федеральных расходов в сферах, формирующих человеческий капитал, то рост составил: образование в номинальном выражении около 15 раз, а реальном – 2,5, здравоохранение – в 27,8 и 4,7 раз соответственно. По-видимому, учитывая крайнюю напряженность ситуации с продолжительностью жизни в РФ, приоритетность расходов на образование была менее насущной по сравнению со здравоохранением [Рудник, Романова, 2017, с.129]. В последующие годы, начиная с 2015 г. финансирование ВО как из консолидированного, так и из федерального бюджета снижалось (рис. 4.1), но после 2017 г. финансирование ВО вновь повысилось. Однако заметно, что его уровень, имевший место в 2010 г., не восстановлен в сопоставимых ценах 2004 г.

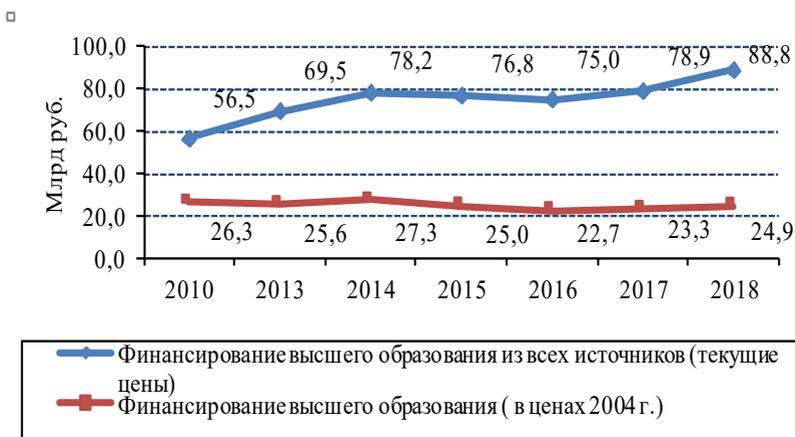


Рис. 4.1. Финансирование высшего образования в 2010–2018 гг., млрд руб.

Источники: составлено авторами с использованием источников: 2013–2018 гг. – сайт Министерства науки и высшего образования РФ (<https://www.minobrnauki.gov.ru/ru/activity/stat/highed/index.php>); 2010 год – База электронных документов Высшей школы экономики (<http://sophist.hse.ru/rstat/>), раздел «Показатели деятельности образовательных учреждений высшего профессионального образования (ф. ВПО-2)»;

<https://fedstat.ru/indicator/33675>;

<https://fedstat.ru/indicator/57352>

В 2010 г., высказываясь о состоянии в целом российского образования, М. Агранович (руководитель Центра статистики и мониторинга образования Федерального института развития образования) подвел некоторые итоги пяти аналитических докладов Центра. Исследования обобщают результаты анализа развития системы образования в России [Агранович, Озерова и др., 2003; Беляков, Заборовская и др., 2005] в первое десятилетие 21 века. По его мнению, на фоне других стран сегодня российская система образования находится примерно на том уровне, на котором позволяет создать ситуация с экономическим развитием страны. «Отсюда есть два вывода: первый – наше представление о нашем образовании как о самом лучшем в мире, вообще говоря, не подтверждается. И второй вывод – если мы действительно хотим строить инновационную экономику, нам надо масштабно

менять систему образования и масштабно, принципиально увеличивать уровень финансирования отрасли. Мексика и Чили – вот наши соседи по уровню экономического развития. Они тратят на образование, по крайней мере, профессиональное, больше чем Россия. По основным показателям образования – продолжительность, охват населения и т.д. – мы в целом на «своем» уровне и находимся. По качеству, может быть, – чуть выше...»¹.

Тенденции в финансировании науки показывают, что велика доля государства в общем объеме выделяемых средств, около 70%. Однако ограниченность консолидированного бюджета не позволяет повысить долю затрат на науку в ВВП до уровня развитых стран (2–3%). В частности, как показали наши расчеты, если в 2015 г. расходы на научные исследования и разработки составили в текущих ценах почти триллион рублей, то с учетом дефлирования на науку было затрачено всего 333 млрд руб., (в сопоставимых ценах 2004 г.), т.е. в 3 раза меньше. Среднегодовые темпы прироста затрат на исследования и разработки за 2005–2013 гг. составили 6%, что, однако, не позволило существенно повысить долю затрат на науку выше 1,1% ВВП. [Регионы России, 2017]. Затраты на технологические инновации в большей степени, чем затраты на науку связаны с реализацией инновационных проектов в регионах и включают различные направления расходования средств: на НИОКР, подготовку кадров, приобретение оборудования, патентов, проведение маркетинговых исследований и т.д. В 2015 г. затраты на технологические инновации (в сопоставимых ценах 2004 г.) составили 438,5 млрд руб. (2,1% ВВП). Они росли более высоким среднегодовым темпом – 16% по сравнению с темпом финансирования науки, благодаря чему доля затрат на технологические инновации в ВВП выросла с 1,1 до 2,1%. Однако среди источников финансирования образования и науки по-прежнему возобладают средства бюджетов, а не корпораций, как в развитых странах мира. Далее коснемся проблем финансирования и расходования средств непосредственно в высшем образовании.

¹ Сайт журнала «Аккредитация в образовании». *Марк Агранович*. О состоянии российского образования; http://www.akvobr.ru/mark_agranovich_o_sostojanii_rossiiskogo_obrazovania.html (дата обращения: 5 мая 2018).

4.2. Источники, объемы, территориальная дифференциация финансирования высшего образования России

Многие авторы анализировали тенденции финансирования высшего профессионального образования (ВО) России в разные периоды времени, увязывая их с государственной поддержкой и системой мер в управлении университетами, направленными на совершенствование и взаимосвязанность всех ступеней образования, интеграции ВО с наукой [Агранович, Озерова и др., 2003; Беляков, Заборовская и др., 2005; Государственное финансирование высшего профессионального образования, 2008; Балацкий, 2014; Индикаторы образования, 2016. Образование в Российской Федерации, 2014; Абанкина, Винарик, Филатова, 2016]. Рассмотрим лишь основные выводы, которые есть в публикациях для периода 1995–2016 гг., потому что они помогли нам сформировать гипотезы о влиянии затрат сектора ВО на экономический рост субъектов РФ за 2010–2013 гг.

В период 1995–2005 гг. отмечался экстенсивный рост ВО на образовательном рынке, поскольку спрос общества на профессиональное образование в России, в частности, в Москве, увеличивался высокими темпами.

После 2006 г. началось снижение численности студентов, обучающихся как на бюджетной, так и на платной основе. Называются две причины, вызвавшие резкое снижение общественного спроса на профессиональное образование: демографический спад и финансовый кризис [Балацкий, 2014]. Именно они привели к тому, что расширяющийся образовательный рынок быстро «сжался» [Образование в Российской Федерации, 2014; Abankina, Filatova, 2015]. В этот же период снизилась исследовательская активность университетов, приносящая доходы. Региональная асимметрия во внебюджетном финансировании ВО усилилась, поскольку доходы университетов от выполнения договоров на НИОКР по заказу фирм и организаций не достигли докризисного уровня [Абанкина, Винарик, Филатова, 2016]].

При этом в университетах Москвы и Санкт-Петербурга объемы внебюджетных доходов стали практически равны суммарным доходам вузов, расположенных во всех остальных регионах России.

Начиная с 2011 г., как отмечает И. Абанкина и др. [Абанкина, Винарик, Филатова, 2016] государственная политика применительно к ВО частично активизировала интеграционные процессы – консолидацию финансовых, материально-технических и интеллектуальных ресурсов учреждений среднего профессионального образования, университетов, преимущественно расположенных в одном субъекте Российской Федерации.

Однако консолидация ресурсов профессионального образования разных уровней, по-видимому, во многом будет сдерживаться как проблемами финансирования ВО прошлого периода, так и посткризисным состоянием бюджетной сферы. Как следует из докладов правительства, на ближайшие 10 лет в бюджетной политике приоритетными признаны: пенсионная система, социальное обеспечение, здравоохранение. Расходы ВО будут только возрастать вследствие роста тарифов, расходов на ремонт и затраты на содержание имущественного комплекса, эксплуатацию дорогостоящего оборудования, в том числе для проведения НИОКР. Риск хронического недофинансирования ВО без стабильных источников покрытия финансового дефицита в среднесрочной перспективе возникает, поскольку наблюдается тенденция замедления к 2013 г. роста расходов на высшее образование в реальных ценах. «Фактически в реальном выражении финансирование высшего образования из федерального бюджета в 2014 г. возвращается к уровню и структуре 2011 г. При этом, если номинальный рост финансирования должен был составить в 2014 г. по отношению к 2011 г. 1,2 раза, то реальный – всего 1,02раза» [Абанкина, Винарик, Филатова, 2016, с. 124].

Приведем данные о финансировании ВО в региональном разрезе, поскольку размещение и создание новых вузов в федеральных округах также являлось прерогативой государственной политики и поддерживалось средствами федерального бюджета (табл. 4.1).

На фоне снижения объемов финансирования ВО происходит концентрация государственных средств в столичных городах и субъектах РФ, где созданы элитные вузы. Так, в 2015 г. свыше 40% субсидий на государственное задание было распределено между 35 федеральными и национальными исследовательскими университетами, среди которых 21 вуз – участник программы

повышения международной конкурентоспособности «Проект 5-100». Такая политика может привести к резкой дифференциации объемов образовательной и исследовательской функций вузов и сворачиванию возможностей развития для значительной части региональных вузов [Абанкина, Винарик, Филатова, 2016, с.124].

Таблица 4.1

Объемы финансирования организаций высшего профессионального образования из всех источников за 2010–2018 гг., млрд руб.

Субъект	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Российская Федерация	565	695	782	768	750	789	888
Центральный федеральный округ	220	259	300	296	291	320	363
Северо-Западный федеральный округ	73	102	102	105	102	104	123
Южный федеральный округ	33	41	47	52	51	54	58
Северо-Кавказский федеральный округ	17	26	25	23	22	21	24
Приволжский федеральный округ	84	106	123	115	115	119	132
Уральский федеральный округ	39	44	50	48	47	48	52
Сибирский федеральный округ	70	83	93	91	85	87	95
Дальневосточный федеральный округ	29	34	41	38	36	36	41

Источники: расчеты автора с использованием источников: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) «Государственная статистика» (<https://fedstat.ru/indicator/44262>; <https://fedstat.ru/indicator/44280>); 2010 год – База электронных документов Высшей школы экономики (<http://sophist.hse.ru/rstat/>), раздел «Показатели деятельности образовательных учреждений высшего профессионального образования (ф. ВПО-2)»; 2013–2018 гг. – сайт Министерства науки и высшего образования РФ (<https://www.minobrnauki.gov.ru/activity/stat/highed/index.php>).

Внебюджетные источники финансирования в условиях падения платежеспособного спроса домохозяйств снижаются и будут затруднены в ближайшем периоде (табл. 4.2). Роль государства проявляется в том, что основная доля финансирования приходится на средства бюджетов – около 60%, внебюджетные средства составляют около 40%. Они формировались в основном за счет средств населения (27–28%) и организаций (12%), внебюджетных фондов (1–3%) и иностранных источников (примерно 1–2%) (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2

Структура источников финансирования организаций высшего профессионального образования в 2015–2018 гг., %

Объем поступивших средств, всего	Бюджеты всех уровней (субсидий) – всего	Бюджетные средства			Внебюджетные средства			
		федерального бюджета	субъекта Российской Федерации	местного бюджета	организаций	населения	фондов	иностран-ных источников
2014	59	56	3	0	12	27	1	1
2015	57	54	3	0	12	28	2	1
2018	57	54	3	0	12	26	3	2

Источник: Расчеты автора по статистическим данным финансирования по и источникам финансирования Министерства образования и науки за 2014–2018 гг., размещенных на сайте Статистика Министерства образования и науки (<https://минобрнауки.рф/министерство/статистика/>).

Многие зарубежные страны в условиях продолжающегося финансового кризиса также сталкиваются с проблемой ограниченного государственного финансирования. Тем не менее, доля государственных средств в бюджетах подавляющего большинства вузов стран Западной Европы сохраняется на уровне около 70%, в России она снизилась до – 57% в 2018 г. [Абанкина, Ви-нарик, Филатова, 2016; Abbott and Doucouliagos, 2003; Aghion et al., 2010].

Расширение доходов организаций ВО тем не менее возможно, как показывает мировой опыт, путем сочетания основной образовательной функции университетов (с 14 века) с научно-исследовательской и инновационной функциями, которые быстро интегрируются в 21 веке [Kuleshov et al., 2014; Untura, 2013].

4.3. Возможности диверсификации высшего образования и интеграции с наукой для активизации инновационных процессов

В России организации высшего образования осуществляют три основных вида деятельности, структура финансирования которых по видам представлена в табл. 4.3. Образовательная деятельность очень вариативна. Она включает разные виды образовательных программ, в том числе: подготовка бакалавров, специалистов, магистрантов, подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре, ординатуре, ассистентуре-стажировках; программы профессионального обучения, дополнительные профессиональные программы, что дает широкий простор для развития менеджмента и маркетинга ВО. Многие вузы в этом преуспели, в том числе благодаря программе ТОП-100.

Таблица 4.3

Структура финансирования по основным видам деятельности организаций высшего образования России в 2014–2018 гг., %

Вид деятельности	2014	2015	2018
Образовательная	71	70	68,3
Научные исследования и разработки	12	13	12,4
Прочее	17	17	19,3

Источники: Расчеты авторов по статистическим данным о финансировании (по видам деятельности) Министерства образования и науки, размещенным на сайте Статистика Министерства образования и науки (<https://минобрнауки.рф/министерство/статистика/>); 2013–2018 гг. – сайт Министерства науки и высшего образования РФ (<https://www.minobrnauki.gov.ru/ru/activity/stat/highed/index.php>); 2010 год – База электронных документов Высшей школы экономики (<http://sophist.hse.ru/rstat/>), раздел «Показатели деятельности образовательных учреждений высшего профессионального образования (ф. ВПО-2)».

На образовательную деятельность вузов приходится около 70% всего объема финансирования ВО в стране. На долю финансирования научно-исследовательской деятельности (НИОКР) в вузах, в среднем по субъектам РФ, приходилось всего 12–13%, прочей деятельности – 17–19% общего объема финансируемых средств на ВО. Однако можно выделить отдельные регионы, где доля затрат на НИОКР в вузах была существенно выше, чем в целом по России. Среди них находятся столичные города Москва и Санкт-Петербург, в которых названная доля составляет – около 15–16%, Татарстан – 16%, Нижегородская область, Свердловская область – 14%, Сахалинская область – 14%. Заметно выделились как продуценты НИОКР в 2014–2015 гг. Белгородская область – 21% и Пермский край – 25%, а Томская область – устойчивый лидер страны по этому индикатору – 29%, демонстрируя ряд успешных исследовательских пилотных проектов проведения исследовательской работы силами и вузов.

Концентрация исследований в вузах происходит в тех регионах, где сосредоточен высокий научный и инновационный потенциал страны. Это указывает на то, что если начальные ступени образования формируют базовые основы грамотности населения, то специальное среднее и высшее образование способно влиять на инновационные процессы и развитие фундаментальной науки (при создании соответствующих компетенций кадров). Однако при этом важен выпуск студентов, сбалансированный со спросом по специальностям. Сейчас отмечается недопроизводство инженерных кадров и специалистов ИКТ и перепроизводство юристов, экономистов и т.д. Тем не менее, уже сейчас можно наблюдать повышение цифровой грамотности, развитие направлений STEM¹ в образовательных программах, рост участия вузов в создании технопарков, бизнес инкубаторов, малых инновационных компаний. Это повышает шансы переподготовки выпускников по «востребуемые» экономикой специальности. Экспертами отмечается ряд позитивных тенденций, в том числе повышение роли вузов в развитии субъектов РФ в создании современных компетенций посредством образовательной деятельности, в проведении НИОКР для предприятий, создании малых инновационных фирм

¹ STEM сокращенно от англ. Science, Technology, Engineering and Math, в переводе Наука, Технологии, Инжиниринг и Математика.

при поддержке инновационной инфраструктуры, в формировании которой они зачастую сами принимают непосредственное участие. Увеличивается доля университетов, развивающихся по парадигме «тройной спирали», что способствует региональному развитию. Однако резервы интеграции еще только начали проявляться и важен ее зримый эффект в России.

Отмечается особая роль регионов – инновационных лидеров, которые за счет интеграции ВО и науки, содействуют инновациям на предприятиях регионов, и тем самым влияют на экономический рост. Это показал обзор зарубежного и российского опыта в использовании интеллектуального капитала в инновационных процессах, касающегося роли университетов в инновационной системе, развивающейся по парадигмам «тройная миссия», «предпринимательский университет», «тройная спираль». Существует уже немало публикаций, в которых отмечается синергия взаимодействия участников [Etzkowitz and Leydesdorff, 2000; Унгер, Полт, 2017]. В 2017 г. опубликовано несколько обобщенных исследований о роли университетов, представленных набором статей зарубежных и российских авторов в журнале Форсайт. В частности, М. Унгер и В. Полт концептуально рассуждают о том, как может быть сформирован «треугольник знаний: наука – образование – инновации» при участии университетов. [Унгер, Полт, 2017]. М. Сервантес дает систематизацию отношений институтов в продвижении высшего образования в «треугольник знаний» [Сервантес, 2017]. В России в дополнение к предпринимательским университетам появились новые формы совместной организации науки академическими институтами и вузами, так называемые стратегические академические единицы (САЕ) [Унтура, Перчинская, 2017]. Отдельные регионы Сибири – Томская и Новосибирская область, Красноярский край выступают полигонами для пилотных инновационных программ и программ реиндустриализации [Kuleshov et al., 2017].

Отметив проблемы с недофинансированием науки, здравоохранения, образования в России, на которую много лет указывает А. Аганбегян [Аганбегян, 2014], мы намерены количественными эконометрическими методами, подтвердить утверждение о том, что «мнимая экономия» в расходах на поддержание человеческого капитала замедляет экономический рост.

Актуальность получения количественной оценки влияния затрат на ВО и науку в регионах РФ на экономический рост возрастает, поскольку после кризиса усилились бюджетные ограничения. Остро встал вопрос о приоритетности выделения финансовых средств для структурного сдвига в сторону экономики знания и развития ЧК в качестве гарантии долговременного роста. Для подтверждения приоритета в расходовании бюджетных средств на формирование ЧК необходимо теоретическое обоснование и анализ эмпирических данных, т.е. принесли ли экономическую отдачу знания и компетенции, созданные уже после кризиса в 2010–2013 гг. в ходе преобразования технологического базиса регионов на инновационной основе? Тогда было бы оправдано ожидать, что расходы на ЧК приведут к динамике экономического роста регионов и страны в целом, поскольку именно такие установки намечены в Стратегии технологического развития России до 2030, Прогнозе НТП до 2030 [Технологическое будущее, 2018].

Полагаем, что выше нам удалось показать важность влияния ЧК на экономику с теоретических позиций, а анализ эмпирических данных о финансировании науки и ВО позволяет перейти к построению эмпирической эконометрической модели, в которой наука и высшее образование могут выступать независимыми переменными, влияющими на динамику экономического роста.

С помощью эконометрических методов предлагается проверить гипотезу о наличии положительной взаимосвязи финансирования науки и ВО в российских регионах с динамикой роста ВРП на душу населения за период 2010–2013 гг. по всем регионам. Далее перейдем к описанию методических вопросов оценки.

4.4. Методология оценивания вклада науки и образования в экономический рост

О выборе теоретической модели оценки

Нами систематизирован разнообразный модельный аппарат эконометрического анализа: производственные функции знаний и модели эндогенного роста, модели пространственной экономики, учитывающие качество человеческого капитала на уровне фирм, отраслей, регионов разных стран [Канева, Унтура, 2017;

Канева, Унтура, 2018]. Из многочисленного арсенала эмпирических исследований, которые уже применялись в практике оценки влияния науки, образования, здравоохранения на экономический рост разных стран, назовем те, которые уже нашли активное применение в России¹. Наиболее часто вклад человеческого капитала в экономику основывается на моделях макроэкономических производственных функций Кобба-Дугласа и их модификациях. Эндогенные теории экономического роста развиваются после известных работ Солоу [Solow, 1957], Узавы [Uzawa, 1965]. Модель Солоу была эмпирически проверена в прикладных эконометрических моделях Барро и Сала-и-Мартина [Barro and Sala-i-Martin, 1995]. Ряд исследователей включали в перечень зависимых факторов теоретической модели расходы на науку, образование, здравоохранение, характеристики институтов и т.д., которые позволяли оценивать влияние расходов на НИОКР на экономический рост (или продуктивность создания знаний) на макро-, мезо- и микро- уровнях. Эмпирические модели, учитывают как сами расходы на НИОКР, так и перетоки знаний (spillovers – подразумевается переток научных результатов, полученных за счет финансирования науки в других регионах). Они рассчитываются с помощью матриц расстояний пространственной близости, что указывает на не линейную, а межрегиональную диффузию знаний между странами, имеющую существенную неоднородность размещения научного потенциала [Fagerberg, 1998; Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015; Anselin, Varga and Acs, 1997; Jaffe, 1986; Audretsch and Feldman, 1996]. Так, моделированию влияния университетов на экономический рост разных стран посвящены работы, например, Друкера и соавторов в США [Drucker and Goldstein, 2007], Агиойна и др. [Aghion et al., 2010], в Европе – работа Пекаса и Тсамадияса в Греции [Pegkas and Tsamadias, 2014], в которых подтвержден позитивный положительный эффект ВО для экономического роста.

¹ В частности, нами были получены оценки положительного и значимого влияния финансирования науки на экономический рост в России в период 2005-2013 гг. [Унтура, Канева, 2017]. Аналогичные выводы получены в другой работе, в которой приведены эмпирические результаты, касающиеся влияния финансирования не только науки, но здравоохранения (см. глава 3).

В частности, исследователи из Мексики [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015] среди независимых переменных учитывают так называемый социальный фильтр (social filter) и переток знаний (knowledge spillovers) между отдельными штатами.

В России производственные функции для образования использованы в работах А.В. Корицкого, Д.В. Диденко [Корицкий, 2018; Диденко, 2012]. На основе количественных расчетов сделан вывод, что человеческий капитал в России, связанный с уровнем образования, выходит на передний план по сравнению с основным капиталом с точки зрения экономической отдачи. В работе Д.О. Неустроева [Неустроев, 2013] эмпирически апробирована модель Узавы, в которой для ряда стран, включая Россию, была показана высокая перспективность вложений в науку, образование и здравоохранение по сравнению с ресурсным сектором.

Сегмент высшего образования обеспечивает интеграцию науки с инновационными процессами в бизнесе, что влияет на экономический эффект отдачи знаний. Поэтому в работах многих исследователей, работающих с эмпирическими моделями панельной регрессии, пространственной или векторной эконометрики, уровень человеческого капитала измеряют долей людей с высшим образованием в стране или регионе, масштабами затрат на НИОКР в университетах. Однако эндогенных моделей роста, которые бы одновременно учитывали влияние взаимосвязанных компонентов, формирующих ЧК, таких как наука и высшее образование по регионам России достаточно мало. Мы планируем восполнить этот пробел.

Постановка эконометрического эмпирического исследования и информационная база

Эмпирическая модель. Для исследований по РФ нами была выбрана модель, вобравшая в себя идеи Барро и Сала-и-Мартина [Barro and Sala-i-Martin, 1995], Родригеса-Позе и Виллареаль Перальты [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015] и Крещенци [Crescenzi, 2013]. Если в модели Барро и Сала-и-Мартина сделан акцент на предшествующий уровень развития страны в сочетании с разными факторами инновационного развития, оценивается конвергенция, то в [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015] дополнительно учтены социальные условия и перетоки знаний. Названия переменных были нами заимствованы (они широко из-

вестны и устоялись в зарубежной литературе), но содержательно адаптированы к условиям России.

Социальный фильтр комплексно учитывает совокупность характеристик ЧК, влияющих на то, чтобы инвестиции, вложенные в науку, наиболее вероятно могли повлиять на внедрение инноваций. В нашем случае это интегральный показатель, который, характеризует качество образовательного капитала, учитывает демографическую компоненту – долю молодежи в структуре экономики, долю занятости в одной из сфер, сдерживающих инновации (например, аграрной, учитывая, что в РФ, как и в Мексике отмечается большая доля сельского населения в отдельных регионах). Качество образовательного капитала в модели характеризуют удельная доля специалистов с ВО и доля выпускников вузов в численности занятых в экономике. Социальный фильтр был нами рассчитан на основании весов, полученных в результате факторного анализа указанных переменных и апробирован применительно к оценке влияния понесенных затрат на научные исследования в РФ [Канева, Унтура, 2017]. Обоснование теоретической модели и базовой спецификации эмпирической модели оценки влияния затрат на науку на экономический рост нами более подробно выполнено в предыдущих главах и работах [Канева, Унтура, 2017; Kaneva, Untura, 2014; Kaneva, Untura, 2018].

После оценки модели только с влиянием затрат на НИОКР и их перетоков [Канева, Унтура, 2017] в базовую модель (33) добавлен показатель затрат на ВО как доля ВРП, %. Формальная запись расширенной модели с учетом затрат на науку и высшее образование имеет вид:

$$\begin{aligned} growth_{i,t} = & \alpha + \beta_1 \log(y_{i,t-1}) + \beta_2 R \& D_{i,t} + \\ & + \beta_3 SocFilter_{i,t} + \beta_4 Spill_{i,t} + \beta_5 ExtSocFilter_{i,t} + . (41) \\ & + \beta_6 ExtGDPpc_{i,t} + \beta_7 HEDU_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

Описание основных переменных см. в разделе 1 (формула 33). HEDU – затраты на высшее образование в ВРП, %.

Информационная база. В качестве эмпирических данных в модели регрессии использованы показатели статистических сборников «Регионы России» за период 2010–2013 гг., характеризующие объемы ВРП, затраты на науку. Для статистики финанси-

рования ВО использовались данные Министерства образования и науки (<https://минобрнауки.рф/министерство/статистика/>), Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) «Государственная статистика» (<https://fedstat.ru/indicator/44262> и <https://fedstat.ru/indicator/44280>); для 2010 года – База электронных документов Высшей школы экономики (<http://sophist.hse.ru/rstat/>), раздел «Показатели деятельности образовательных учреждений высшего профессионального образования (ф. ВПО-2)». Справочные издания [Регионы России, 2017; Индикаторы образования: 2016; Образование в Российской Федерации: 2014, статистический сборник, 2014]. В основную выборку включены 80 субъектов РФ (без автономных округов и Крыма).

4.5. Спецификации моделей для экспериментальных расчетов

Модели кросс-секционной регрессии. Авторами рассчитаны модели кросс-секционной регрессии для 2010 г., 2011 г. и 2013 г. Четыре вида спецификаций апробировались в экспериментальных расчетах, которые учитывали либо независимую переменную «социальный фильтр» в целом, либо один из его компонентов для всей выборки 80 регионов:

модель 1 включает агрегированный социальный фильтр, расходы на науку и расходы на ВО (как доля в ВРП, %) для всей выборки 80 регионов;

модель 2 включает индикаторы расходов на науку и расходов на ВО (как доля в ВРП, %) и компонент социального фильтра (доля занятых с высшим образованием в численности экономически активного населения, %);

модель 3 включает индикаторы расходов на науку и расходов на ВО (как доля в ВРП, %) и компоненты социального фильтра (доля выпускников в численности экономически активного населения, %);

модель 4 включает индикаторы расходов на науку и расходов на ВО (как доля в ВРП, %) и компоненты социального фильтра (долю молодежи в возрасте 15–29 лет в численности экономически активного населения, %).

Авторы используют для решения проблемы эндогенности в теоретической модели метод лагирования независимых переменных (первый лаг).

В эксперименте проверялись несколько взаимосвязанных гипотез исследования.

Н1. Затраты на НИОКР оказывают статистически значимое, положительное влияние на экономический рост в регионах РФ.

Н2. Пространственные перетоки затрат на науку (так называемые перетоки знаний) оказывают статистически значимое, положительное влияние на экономический рост в регионах РФ.

Н3. Затраты на ВО оказывают статистически значимое, положительное влияние на экономический рост в регионах РФ.

Н4. Отдельные компоненты социального фильтра (доля занятых с высшим образованием в экономике, выпуск студентов, доля молодежи) в сочетании с затратами на науку и высшее образование оказывают статистически значимое, положительное влияние на экономический рост в регионах РФ и порождают перетоки знаний и усиливают интеграционные процессы.

Результаты расчетов и выводы для кросс-секционных регрессий 2010 и 2013 гг.

В таблицах 4.4–4.5 приведены результаты расчетов для 2010 и 2013 гг. В отношении затрат на ВО получены неоднозначные выводы для разных лет. Результаты расчетов свидетельствуют о полном или частичном подтверждении сформулированных гипотез:

1. Построены эндогенные модели догоняющего роста для совокупности регионов РФ в зависимости от объемов финансирования науки и высшего образования. Отмечается условная конвергенция в модели для 2010 г. (как и предполагают эндогенные модели догоняющего роста, коэффициент имеет отрицательный знак при $\log(y)$ – натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 1 год), но это не подтверждено для кросс-модели 2013 г.

2. *Гипотеза Н1* о влиянии затрат на науку на динамику роста *частично подтверждена*, поскольку в разные годы наблюдаются различные по статистической значимости оценки влияния затрат на науку. Например, положительный, значимый коэффициент регрессии имеет независимая переменная – доля затрат на науку в ВРП, % как в модели 1, так и в спецификациях моделей 2–4

с компонентами социального фильтра в расчетах кросс-моделей за 2010 г. и 2013 г. (табл. 4.4, 4.5). Так, дополнительные удельные вложения в науку на 1 п.п. приводят к росту подушевого ВРП на 1,1–1,3 п.п. в 2010 г. R^2 составляет около 15% для всех регионов. Однако гипотеза H1 о значимости вложений в науку для модели 1 с социальным фильтром уже в явном виде не подтверждена в 2013 г. (см. табл. 4.5). Возможно, сказывается недофинансирование науки в последние годы, которое приводит к тому, что начинает падать экономическая отдача знаний (см. модель 4).

Таблица 4.4

Модель догоняющего роста с затратами на науку и высшее образование, зависимая переменная – темп прироста ВРП на душу населения, 80 регионов РФ (кросс-секция 2010 г.)

Независимые переменные	Спецификации модели (41) с отдельными компонентами фильтра			
	Модель 1 Социальный фильтр	Модель 2 Персонал с высшим образованием	Модель 3 Выпуск студентов	Модель 4 Доля молодежи
1	2	3	4	5
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 1 года	-2,005 (2,176)	-1,706 (1,891)	-2,058 (2,270)	-1,977 (1,711)
Вложения в НИОКР как % от ВРП	1,051** (0,395)	1,257** (0,422)	1,137** (0,366)	1,129** (0,475)
Социальный фильтр	0,034 (0,077)	–	–	–
<i>Перетоки НИОКР</i>	-2,354 (5,280)	-1,425 (3,352)	-1,212 (3,136)	-1,216 (3,261)
<i>Переток социального фильтра</i>	-0,370 (0,963)	–	–	–

Окончание табл. 4.4

1	2	3	4	5
Переток ВРП на душу населения	0,0006* (0,0002)	0,0005* (0,0002)	0,0005* (0,0003)	0,0005* (0,0003)
Доля затрат на ВО, %	-0,519 (0,551)	-0,341 (0,572)	-0,540 (0,625)	-0,461 (0,565)
Доля персонала с высшим образованием, %	-	-0,061 (0,124)	-	-
Доля выпускников вузов, %	-	-	-0,225 (0,125)	
Доля молодежи, %	-	-	-	-0,040 (0,229)
Константа	16,587 (21,298)	15,847 (17,457)	17,126 (22,503)	17,194 (16,187)
Тест Фишера на значимость нулю коэффициентов регрессии	F(7,72) = 2,70 [0,0152]	F(6,73) = 2,86 [0,0147]	F(6,73) = 3,25 [0,0069]	F(6,73) = 2,52 [0,0286]
R ²	0,1507	0,14999	0,1477	0,1477
Число наблюдений	80	80	80	80

Примечание: в скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция vse(robust))

Таблица 4.5.

Модель догоняющего роста с затратами на науку и высшее образование, зависимая переменная – темп прироста ВРП на душу населения, 80 регионов РФ (кросс-секция 2013 г.)

Независимые переменные	Спецификации модели (41) с отдельными компонентами фильтра			
	Модель 1 Социальный фильтр	Модель 2 Персонал с высшим образованием	Модель 3 Выпуск студентов	Модель 4 Доля молодежи
1	2	3	4	5
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 1 года	0,700 (1,029)	0,553 (0,985)	1,087 (1,105)	0,313 (0,984)
Вложения в НИОКР как % от ВРП	-0,043 (0,323)	-0,340 (0,349)		-0,685* (0,369)
Социальный фильтр	-0,136 (0,085)	–	–	–
<i>Перетоки НИОКР</i>	12,81** (5,161)	5,86* (3,576)	6,12** (3,474)	6,028 (3,712)
<i>Переток социального фильтра</i>	-2,045* (0,870)	–	–	–
<i>Переток ВРП на душу населения</i>	-0,0004* (0,0002)	-0,0006* (0,0002)	-0,0006* (0,0002)	-0,0005* (0,0002)
Доля затрат на ВО, %	0,917 (0,581)	0,962* (0,536)	1,193* (0,631)	1,015* (0,551)
Доля персонала с высшим образованием,	–	-0,458 (0,890)	–	–
Доля выпускников вузов, %	–	–	-0,186** (0,077)	–
Доля молодежи, %	–	–	–	-0,308 (0,214)
Константа	2,354 (11,337)	6,420 (11,528)	-0,406 (0,631)	24,245 (48,902)

Окончание табл. 4.5

1	2	3	4	5
Тест Фишера на значимость коэффициентов нулю коэффициентов регрессии	$F(7,72) = 1,83$ [0,0951]	$F(6,73) = 1,71$ [0,1315]	$F(6,73) = 2,72$ [0,0195]	$F(6,25) = 5,56$ [0,0003]
R^2	0,3011	0,2324	0,2425	0,2519
Число наблюдений	80	80	80	80

Примечание: в скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция `vce(robust)`)

При этом если был накоплен существенный научный задел теоретических знаний в прошлые годы в отдельных регионах, то он даже при умеренном финансировании впоследствии начинает тиражироваться в другие регионы. Другими словами это может свидетельствовать о некотором «перерождении» характера влияния затрат на науку, а именно: происходит экономическая отдача знаний не только в регионах, где были вложены средства в НИОКР, но и в других регионах. Об этом говорит проверка гипотезы H_2 .

3. *Гипотеза H_2 о положительном значимом влиянии перетоков знаний частично подтверждена.* Кросс-модели регрессий для 2010 и 2013 гг. для всех регионов дают различающиеся оценки влияния пространственных перетоков затрат на науку. Если в 2010 г., были значимы сами удельные затраты на науку в ВРП для выборки из 80 регионов, то в 2013 г. уже значимыми становятся лишь перетоки знаний (табл. 4.5). Причем это наблюдается как в спецификации *модели 1* (с агрегированным социальным фильтром), так и в моделях с отдельными компонентами. В частности, положительный, значимый коэффициент регрессии при независимой переменной переток знаний составляет для *модели 1* с социальным фильтром – 12,81 п.п., а например, *модели 2* с компонентом фильтра (персонал с высшим образованием, % экономически активного населения) – 5.86 п.п. (см. табл. 4.5). На наш взгляд, это свидетельствует о том, что именно доля персонала с высшим образованием, выпуск студентов в численности эконо-

мически активного населения приводят к экономической отдаче «перетекаемых» знаний. Как представляется, в 2013 г. влияние значимости ЧК по сравнению с 2010 г. проявляется явственнее, т.е. социальные факторы, связанные с финансированием ВО, способствуют адаптации инноваций на предприятиях расположенных в регионе. Кроме того, можно предполагать, что нарастает потенциал межрегиональных интеграционных процессов между высшим образованием и наукой для всех регионов страны.

4. *Гипотеза Н3 – о значимом положительном влиянии затрат на высшее образование для динамики экономического роста подтвердилась в кросс-модели 2013 г. только в спецификациях модели с компонентами социального фильтра для всех регионов.* Например положительный, значимый коэффициент регрессии составил при независимой переменной – доля затрат на высшее образование в ВРП % в модели 3 (доля выпускников) – 1.2 п.п., модели 4 (доля молодежи) – 1.0 п.п., которые имеют удовлетворительные статистические тесты Фишера. Это показало, что экономический эффект вложений в высшее образование стал статистически значим в 2013 г. по сравнению со спецификациями всех моделей для 2010 г. (табл. 4.4), когда затраты на ВО оказались незначимы. Это можно прокомментировать следующим образом: в условиях несовершенства «внутрирегиональных» интеграционных связей между наукой и высшим образованием экстенсивное финансирование высшего образования в 2010 г. (без усиления его исследовательской деятельности в «треугольнике знаний»), видимо, не смогло привести к динамике роста за счет этого фактора. Но такой рост был обеспечен за счет повышения затрат на науку (см. гипотеза Н1).

5. *Гипотеза Н4 о связи интеграции научно-образовательного потенциала и потоков знаний подтверждена для 2013 г.* Показано, что отдельные компоненты социального фильтра (доля занятых с высшим образованием, выпуск студентов, доля молодежи в численности экономически активного населения) в сочетании с затратами на науку и высшее образование оказывают статистически значимое, положительное влияние на экономический рост в регионах РФ и порождают потоки знаний. Примечательно, что затраты на ВО только в сочетании с достаточно высокой долей высокообразованных кадров в структуре ЧК, способны

обеспечить положительно значимые перетоки знаний, т.е. специалисты с высшим образованием способствуют диффузии знаний и их адаптации в регионах. Это свидетельствует о том, что финансирование ВО в прежние годы, хотя и было экстенсивным, все-таки позволило накопить значимую долю высокообразованного персонала в экономике регионов. Уменьшение доли контингента с качественным высшим образованием в стране может затормозить инновационные процессы в экономике России. Кроме того, для усиления интеграции науки и высшего образования особое внимание должно быть уделено исследовательскому сектору высшего образования, чтобы он был интегрирован с наукой и выдерживал бы конкуренцию по результативности НИОКР с академическим сектором. Пока это наблюдается только для отдельных университетов.

В целом а этом этапе исследования удалось подтвердить значимость положительного влияния финансирования науки и высшего образования в условиях наличия каналов перетока знаний и протекания интеграционных процессов между наукой и высшим образованием на межрегиональном уровне для всей страны для 2013г. Учет в модели разных компонентов социального фильтра показал, что они более явно «вычлениют» роль высокообразованного кадрового потенциала в том, что понесенные вложения в науку и высшее образование смогли привести к экономической отдаче и динамике роста. Возможно, резервы интеграции научно-образовательного комплекса оказались еще не раскрыты в инновационно-сильных регионах, что может быть частично следствием технологической специализации, которая локализует использование знания в специализированных производствах, а перетоки знаний для горизонтальной диверсификации оказались пока возможны лишь в отдельно взятых регионах с диверсифицированной структурой экономики. Это должно быть изучено специально по мере поступления статистики за более поздние годы. Несмотря на это, для страны в целом подтверждается тезис о необходимости финансирования интеграционных процессов науки и образования, а также целесообразности шагов структурной перестройки в стране в отношении «интеллектуального ядра» ЧК в экономике знаний.

Таким образом, экспериментальные расчеты на основе эмпирического анализа кросс-моделей подтвердили, что потенциально интеграция сферы науки и высшего образования могла бы способствовать ежегодному приросту ВРП на душу населения примерно на 1–1,25. п.п. в период 2010–2013 гг. Вместе с тем проблемы реформирования сферы науки и образования, недостаточный уровень финансирования НИОКР по сравнению с развитыми странами [OECD, 2015] не позволили достигнуть высокой динамики экономического роста, как это демонстрирует, например, Китай в эти же годы, поскольку эта страна наращивает затраты в НИОКР.

4.6. Спецификации модели панельной регрессии 2010–2013 гг.: оценка перетоков затрат на науку и высшее образование

Кросс-секционные модели позволяют давать оценки применительно к конкретным годам исследования, а панельные регрессии позволяют уточнять полученные оценки для интервального периода, а поэтому результаты могут несколько отличаться.

В России своеобразие накопления ЧК после 1990-х годов состоит в том, что наблюдается значительный рост доли занятости специалистов с высшим образованием. По мнению экспертов: в 1992 г. она составляла 16,1%, а в 2015 г. – 33%, (выросла примерно в 2 раза), а в столичных городах она была даже выше 40% [Мельников, Тесленко, 2018. с. 94]. В то время как за период с 1999 г. по 2015 г. число занятых исследованиями и разработками (ИР) на 10 тыс. населения сократилось до 55,5 чел. (снизилось в 1,7 раза), причем сокращение занятости в секторе ИР затронуло ведущие научные центры страны. Этот показатель уменьшился на 62% в Москве, 68% в Московской области, 60,2% в Санкт-Петербурге и 66,3% в Новосибирской области. Названные авторы сделали предварительное предположение: «Такое значительное сокращение численности исследователей не позволяет, несмотря на значительный прирост доли занятых с высшим образованием, уверенно утверждать, что за период, прошедший с начала рыночных реформ, человеческий капитал российских регионов действительно существенно увеличился» [Мельников, Тесленко, 2018.

с. 95]. Согласимся с упомянутыми авторами, что экстенсивное финансирование ВО и недостаточное финансирование, в частности, науки в этот период привело к дисбалансу: гипертрофированной подготовке кадров с высшим образованием в период с 1990 г. до 2008 г. на фоне снижения кадрового потенциала науки. Как представляется, это создало ограничения для реальной интеграции сферы ВО и науки, которая бы могла обеспечить существенную экономическую динамику. Другим препятствием для пространственного развития инновационных систем в России выступает значительная неоднородность регионов РФ по размещению учреждений науки и высшего образования. Вместе с тем она создает объективные предпосылки для интеграция этих секторов через переток знаний и мобильность кадров высшей квалификации.

Значения показателей «перетоки знаний», используемые экономическими географами в своих исследованиях, могут быть рассчитаны разными методами, например, [Бабурин, Земцов, 2017, с. 197–199]. Нами выбран индекс доступности, предложенный [Schurmann and Talaat, 2000], который рассчитывается как произведение доли затрат на науку (или ВО) в % к ВРП в каждом регионе на матрицу весов пространственной близости между регионами i и j . Образно говоря это косвенное дополнительное суммарное финансирование региона i , которое поступает для него пропорционально близости расстояния от других регионов, где были выполнены НИОКР. Многие субъекты федерации РФ именно на это рассчитывают, что к ним «перетекут знания» из близлежащих или столичных регионов и это сможет повлиять на внедрение на их территории дополнительных инноваций. Эмпирически далеко не очевидно, что вложение в науку (или ВО) в регионах-донорах, инновационных лидерах, может привести к динамике экономического роста в стране, так же как и то, что высокая доля занятости с ВО послужит гарантией адаптации «внешних» знаний в конкретном регионе [Унтура, 2018].

Проведенные эмпирические исследования, выполненные в последние годы разными методами, относительно экономической отдачи вложений в формирование ЧК, в том числе в зависимости от показателей его качества и структуры занятости в отраслевых производствах разных стран и в России, пока также не дают однозначных выводов. Они варьируют от типа выбранных моделей.

В моделях производственной функции знаний численность специалистов с ВО часто показывает высокий эффект [Бабурин, Земцов, 2017, с. 199]. В других исследованиях, где для оценки отдачи человеческого капитала используется *модифицированная макроэкономическая производственная функция Кобба-Дугласа*, в число переменных которой включён человеческий капитал в денежной оценке, эластичность этого фактора также оказалась велика. Так, в 2010 г. эластичность фонда заработной платы регионов по основным фондам оказалась в два с лишним раза ниже, чем по воспроизводственной стоимости фонда высшего образования [Корицкий, 2018]. Однако в некоторых работах *по моделям эндогенного роста*, например, показано, что высокая доля численности специалистов с высшим образованием себя экономически полностью не оправдывает [Божечкова, 2013], [Мельников, Тесленко, 2018] для всех регионов РФ, а лишь дает положительный эффект в регионах при специализации в обрабатывающих производствах.

В работе Р.М. Мельникова и В.А. Тесленко для посткризисного периода 2009–2015 гг. на модели эндогенного роста – панельной регрессии исследовались последствия *обеспеченности кадрами высшей квалификации и занятости в науке* как в целом для экономического роста страны, так и по группам регионов в зависимости от их экономической специализации. В панельную регрессию были включены занятость с высшим, средним и начальным образованием, а также занятость в науке. Основная гипотеза состояла в том, что только небольшая группа регионов смогла повысить ВРП на душу населения за счет существенного повышения обеспеченности кадрами с высшей квалификацией и занятыми в науке, в целом она подтвердилась. Подтверждено, что накопление ЧК оказывает небольшое положительное влияние на экономический рост лишь в регионах, специализирующихся на обрабатывающей промышленности, имеющих высокий научный потенциал и расположенных в европейской части [Мельников, Тесленко, 2018]. Однако данная модель не использует показатели удельного финансирования науки и высшего образования по регионам РФ и не учитывает перетоки знаний, вызванные финансированием НИОКР и ВО. Мы собираемся учесть эти факторы в панельной регрессии, посредством которой будем одновремен-

но оценивать финансирование науки и ВО в регионах, поскольку затраты на науку влияют на создание знаний, а затраты на ВО повышают уровень компетенции кадров и повышают возможности перетоков знаний между регионами и адаптации знаний и технологий на предприятиях регионов, т.е. переток знаний происходит по разным каналам: как НИОКР, и так и ВО. Формальная запись модели приведена ниже (42)¹:

$$\begin{aligned} growth_{i,t} = & \alpha + \beta_1 \log(y_{i,t-1}) + \beta_2 R \& D_{i,t} + \\ & + \beta_3 SocFilter_{i,t} + \beta_4 Spill_{i,t} + \beta_5 ExtSocFilter_{i,t} + \\ & + \beta_6 ExtGDPpc_{i,t} + \beta_7 HEDU_{i,t} + \beta_8 SpillHEDU_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (42)$$

$HEDU_{i,t}$ – затраты на высшее образование как % от ВРП в регионе i в момент времени t ;

$Spill HEDU_{i,t}$ – переток затрат на ВО как % от ВРП между регионами РФ в соответствии с матрицей обратных расстояний и индексом доступности. Расшифровка остальных переменных модели аналогична базовой модели (см. формулу (33)).

В табл. 4.6 представлен перечень всех независимых переменных модели, которые используются в регрессионном уравнении (42). Выдвижение авторских гипотез, обосновывается исходя из теорий или некоторых предшествующих эмпирических исследований по эндогенным моделям роста, опубликованным в литературе, в частности, по регионам и странам Европы и Мексики.

¹ Базовая модификация ранее использовалась для расчетов оценки влияния только затрат на науку на экономический рост [Канева, Унтура, 2017; Kaneva and Untura ,2018].

Таблица 4.6

**Ожидаемый знак влияния независимых переменных
и теоретическое обоснование его использования
для выдвижения гипотез**

Переменная	Ожидаемый знак коэффициента	Теоретические и эмпирические пояснения к выдвижению гипотезы
1	2	3
$\log(y)$	отрицательный	Условная сходимость, которая напрямую следует из модели Солоу [Solow, 1957], в данном случае означает, что поскольку регионы неоднородны, каждый из них имеет свою собственную траекторию равновесного роста, к которой сходится траектория его роста. Условная β -сходимость говорит лишь о том, что душевой доход в регионе растет быстрее, чем он дальше от равновесной для данной экономики величины.
$R\&D_i$	положительный	В линейных моделях инноваций показано, что чем больше вложений средств в НИОКР, тем больше инновационных продуктов, которые ускоряют экономическую динамику.
$Spill_i$	положительный или отрицательный	Согласно моделям эндогенного роста, проверенным эмпирически [Crescenzi, 2013] и [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015].
$Socfilter$	положительный	Высокое качество ЧК в регионе будет способствовать адаптации знаний (или компетенций) на высокотехнологичных предприятиях, что будет приводить к экономическому росту, проверено эмпирически. [Crescenzi, 2013] и [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015].
$high_ed$ $grad$	положительный	Согласно теории эндогенного роста, изложенной в трудах П. Ромера и Р. Лукаса

1	2	3
<i>ExtSocfilter</i>	положительный или отрицательный	Согласно теории эндогенного роста регионы, не имеющие закрытых границ для других регионов, могут вызвать либо конкуренцию за высококвалифицированные ресурсы (знак – не означает здесь падение), либо (знак +) повышение роста за счет более высокого уровня ЧК из других регионов
<i>ExtGDPpc_i</i>	положительный или отрицательный	Согласно теории эндогенного роста, регионы, окруженные более богатыми или более бедными регионами-соседями, будут испытывать с их стороны положительное или отрицательное влияние на экономический рост
<i>HEDU_i</i>	положительный	Согласно теории эндогенного роста, изложенной в трудах П. Ромера и Р. Лукаса
<i>Spill HEDU</i>	положительный	Согласно моделям эндогенного роста, по аналогии с перетоком затрат на НИОКР, проверенным [Crescenzi, 2013] и [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015]

Проверялись 3 основные гипотезы исследования:

Н1. Финансирование НИОКР и ВО создает экономические предпосылки для повышения качества человеческого капитала и тем самым оказывает положительное влияние на экономический рост российских регионов.

Н2. В России, где высока неоднородность размещения научно-образовательного потенциала, *перетоки* затрат на ВО оказывают более заметное влияние на экономический рост, чем *перетоки* затрат на НИОКР, так как подготовка студентов в лучших вузах страны, которые потом работают на предприятиях регионов, развивает адаптационные способности к инновациям уже по месту работы специалистов.

Н3. Доля специалистов с высшим образованием в структуре занятых в экономике в текущий момент не оказывает положительное влияние на экономический рост в виду того, что поне-

сенные затраты на ВО в последние годы не сопровождались ускоренным овладением новых программ знаний и не смогли обеспечить высокий уровень подготовки специалистов тех профессий, которые нужны были для инноваций.

В качестве эмпирических данных в модели регрессии использованы показатели статистических сборников¹. Затраты на ВО взяты из БД Министерства образования и науки РФ, для 2010 г. – из Базы электронных документов Высшей школы экономики (<http://sophist.hse.ru/rstat/>). В выборку включены 80 субъектов РФ (без автономных округов и Крыма).

Спецификации моделей. В расчетах апробированы 3 авторские модели панельной регрессии для периода 2010–2013 гг. Для решения проблемы эндогенности использован метод лагирования независимых переменных (первый лаг). Произведено дефлирование стоимостных показателей по уровню национального дефлятора 2004 г. Спецификации панельных регрессий, чтобы избежать корреляций, учитывали либо независимую переменную «социальный фильтр» в целом, который интегральным образом характеризовал качество ЧК, либо его компоненты, связанные с ВО – удельный вес специалистов с высшим образованием в численности занятых в экономике, %, доля выпускников вузов):

- *Модель 1* в составе независимых переменных учитывает *социальный фильтр*, расходы на НИОКР и ВО (как соответствующие доли в % ВРП) и т.д. для всех регионов (см. переменные в табл. 4.6).
- *Модель 2* в состав независимых переменных включает один из основных компонентов ЧК – *долю специалистов с высшим образованием*;
- *Модель 3* – учитывает другой важный компонент ЧК – *долю выпускников вузов*. Модели 2 и 3 предназначены, чтобы обеспечить верификацию полученных результатов по модели 1, и получить оценки для отдельных компонентов ЧК.

В табл. 4.7 приведены результаты расчетов оценивания панельных регрессий с фиксированными эффектами:

– гипотеза *H1* о позитивном влиянии расходов на науку и ВО (в тех масштабах как это имело место в РФ в 2010–2013 гг.)

¹ Регионы России. М.: Госкомстат, 2016.

статистически не подтверждена, хотя сам знак положительный. По нашему мнению, недофинансирование, в частности, науки сказывается прежде всего на завершающих стадиях научно-производственных циклов, которые требуют значительных затрат на доработку прототипов, прежде чем предприятия регионов начнут внедрять продукцию или технологии. Существуют критические пороги затрат, например, если в исследованиях по фармацевтике будет потрачено менее 1 млрд руб. на создание нового лекарства (как следует из зарубежной практики), то скорее всего проект оказывается не конкурентоспособным и не может быть выведен на рынок, и не приводит к динамике роста. Объем финансирования ВО в регионах также не повлиял на динамику прироста ВРП на душу населения ни в одной из спецификаций. Это можно объяснить тем, что при дисбалансе финансирования сферы науки и ВО, о чем упоминалось в п.1., произошло перенасыщение экономики кадрами с высшей квалификацией, хотя при этом они часто не обладали уровнем компетенций, достаточным для проведения НИР и активного запуска инновационных процессов. Вероятно, это означает, что инвестиции в образовательный капитал в России вкладывались в анализируемом периоде 2010–2013 гг. не самым эффективным образом, т.е. для указанного периода полученные эмпирические выводы о влиянии знаний не соответствуют теоретическим моделям эндогенного роста П. Ромера и Р. Лукаса.

– гипотеза H2 о значимости каналов перетока знаний, вызываемых расходами на ВО подтвердилась. Коэффициент для переменной $Spill\ HEDU_i$ (переток затрат на ВО), оказался положительным и статистически значимым на уровне 5% для всех регионов 19,6 (модель 1), 16,2 (модель 2) и 17,7 (модель 3), что свидетельствует о потенциале экономического роста за счет подготовки кадров с ВО в наиболее развитых образовательных центрах страны, и возможности экономической отдачи эффекта затрат на высшее образование во многих других регионах. Это подтверждают эмпирические выводы о необходимости роста финансирования ВО для развития ЧК, который важен для адаптации знаний в регионах и осуществления инноваций, пришедших извне, организации эффективных каналов перетока знаний между регионами. В тоже время влияние пространственных перетоков затрат

на НИОКР для динамики роста экономики регионов оказалось незначимым, т.е. не обнаружен статистически значимый коэффициент при $Spill_i$, хотя он имеет положительный знак.

Таблица 4.7

Модель панельной регрессии с затратами на науку и высшее образование, зависимая переменная – темп прироста ВРП на душу населения, 80 регионов РФ, 2010–2013 гг.

Независимые переменные	Модель 1 Социальный фильтр	Модель 2 Доля занятых с ВО	Модель 3 Доля выпускников вузов
1	2	3	4
Натуральный логарифм ВРП на душу населения с лагом 2 года	-14.656** (5,753)	-15,338** (5,735)	-15,174 ** (6,064)
Вложения в НИОКР как % от ВРП с лагом в 1 год	0,040 (1,804)	0,164 (1,805)	0,136 (1,753)
Социальный фильтр с лагом в 1 год	-0,324 (0, 28)	–	–
Перетоки НИОКР с лагом в 1 год	-17,495 (18, 979)	-18,415 (18,005)	-20,287 (17,222)
<i>Переток социального фильтра (качество ЧК) с лагом в 1 год</i>	<i>-0,426</i> <i>(1,214)</i>	–	–
Переток ВРП на душу населения	0,043 (0,326)	- 0,105 (0, 233)	-0,099 (0,225)
Финансирование ВО, % ВРП с лагом в 1 год	0,774 (1,468)	0,775 (1,394)	0,723 (1,388)
Переток затрат на ВО, % с лагом в 1 год	19,641* (10,056)	16,217* (9,997)	17,723* (9,4317)
Доля персонала с ВО, %	–	-0,185 (0, 254)	–
Доля выпускников вузов, %	–	–	0,661 (0,943)

Окончание табл. 4.7

1	2	3	4
Константа	152,313** (59,544)	183,084** (61,319)	173,444** (61,722)
Тест Фишера на значимость нулю коэффициентов регрессии	F(8,79) = 12,39 (0,0000)	F(7,79) = 14,23 (0,0000)	F(7,79) = 13,64 (0,0000)
R ² (within)	0,3943	0,3925	0,3899
R ² (between)	0,0652	0,0917	0,0741
R ² (overall)	0,0591	0,0740	0,0642
Adj – R ²	0,0477	0,0510	0,0470
Критерий Акаике	1097,219	1095,965	1096,966
Критерий Шварца	1125,064	1120,329	1121,331
Критерий Хаусмана на спецификацию модели	chi2(8) = 38,43 Prob>chi2 = 0,0000	chi2(7) = 60,42 Prob>chi2 = 0,0000	chi2(7) = 69,24 Prob>chi2 = 0,0000
Тест на гетероскедастичность (<i>xttest3</i>)	chi2 (80) = 2,1e+05, Prob>chi2 = 0,0000	chi2 (80) = 3,8e+05, Prob>chi2 = 0,0000	chi2 (80) = 3,3e+06 Prob>chi2 = 0,0000
Тест на автокорреляцию (<i>xtserial</i>)	F(1, 79) = 0,678, Prob > F = 0,4129	F(1, 79) = 1,034 Prob > F = 0,3123	F(1, 79) = 0,682 Prob > F = 0,4115
Число наблюдений	240	240	240

Примечание 1: в скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция *vce(robust)*). *Примечание 2:* *, **, *** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно. *Примечание 3:* Тесты Хаусмана были проведены для спецификаций без тайм эффектов.

По запросу могут быть представлены расчеты описательных статистик, матрицы корреляции переменных.

Вероятно, вследствие недостатка средств на науку не удастся создать новые прототипы продуктов и технологий в каком-то регионе, поэтому такие траты фактически не могут создать дополнительный эффект перетока затрат на НИОКР для других регионов.

– гипотеза *H3* о положительном влиянии качества ЧК (т.н. «социальный фильтр» и его образовательные составляющие) на динамику экономического роста не подтвердилась. Сам коэффициент при этой переменной статистически не значим, но отрицателен. По-видимому, специфика финансирования российских вузов в период 2010–2013 гг. не привела к существенному повышению качества подготовки специалистов с ВО. Причиной могло послужить то, что при снижении уровня финансирования ВО после 2009 г. качество ЧК, вероятно, стало ухудшаться, что потенциально может привести к снижающейся отдаче его влияния на экономический рост при увеличении доля занятых с ВО в экономике.

В эмпирической модели Родригеса-Позе и Веларреалль Перальты статистически значимое влияние перетоков знаний и ЧК на экономический рост в Мексике [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015, с. 15] прослеживается явно, в отличие от России. Наши оценки корреспондируют с выводами, полученными А.В. Божечковой [Божечкова, 2013], и Р.М. Мельниковым и В.А. Тесленко [Мельников, Тесленко, 2018], о том, что большинству регионов РФ не удастся извлечь выгоду от накопления ЧК и, в частности, от значительного удельного веса специалистов с ВО в структуре занятых в экономике. По-видимому, при снижающемся темпе финансирования ВО после 2009 г. организация учебных процессов отстает от запросов рынка труда и требований технологического уровня предприятий, знания специалистов быстро устаревают и не соответствуют уровню преподавания в мировых университетах. Работодатели высокотехнологических фирм часто указывают на недостаточный уровень квалификации выпускников, которых иногда приходится более года адаптировать и переобучать под специфику производственных инновационных процессов. Таким образом, практика экстенсивного финансирования ВО без изменения качества подготовки кадров и их вовлеченности в значимые исследовательские и инновационные проекты не может привести к динамике роста, что эмпирически было выявлено для РФ в 2010–2013 гг.

Как отмечается в литературе, посвященной эконометрическому анализу данных, высокие прогностические свойства эмпирической модели не всегда являются основной целью исследо-

вания [Durlauf et al., 2009]. В частности, по мнению С. Дурлауфа не менее важным методологическим принципом оценивания динамики роста является утверждение, что основная задача учета роста должна заключаться в обнаружении, если не качества надлежащих причинно-следственных эффектов, то, по крайней мере, устойчивых корреляций¹. В этой связи статистически значимые оценки влияния пространственных перетоков знаний в сфере ВО на экономическую динамику регионов России, полученные в расчетах, подтверждают оправданность федеральной финансовой поддержки ведущих вузов, которые, по сути, готовят кадры для всех регионов и одновременно проводят НИОКР. Однако к полученным выводам следует отнестись с осторожностью, учитывая, что перетоки знаний могут происходить не только благодаря объемам финансирования НИОКР или ВО и пространственной близости регионов, но и под влиянием технологической близости (схожести производств), адаптационных способностей кадров, что потребует дополнительных исследований в будущем.

Показано на эмпирических данных о финансировании науки, высшего образования для периода 2010–2013 гг., что интеграция этих сфер была сопряжена с перетоком знаний, который оказал положительное влияние на динамику экономического роста РФ. По нашему мнению, при разработке политики государственного финансирования науки и ВО для улучшения качества ЧК должны быть приняты во внимание эмпирические выводы о том, что при ограниченных объемах бюджетного финансирования сферы науки и ВО достижимость международных критериев успешности и продуктивности в этих сферах, создающих ЧК, проблематична. В таких экономических условиях человеческий капитал не сможет в полной мере повлиять на динамику экономического роста (по аналогии с зарубежными развитыми странами) при слабой

¹ Мы стремились показать статистическую значимость отдельных коэффициентов, указывающую на реальную связь (робастные оценки) отдельных переменных с экономическим ростом. В нашем случае R^2 в спецификации для всех регионов с включением ЧК в состав независимых переменных (модель 1) не столь высок – около 6% (скорректированный коэффициент $Adj R^2$ – около 5%). У исследователей, работающих на аналогичном типе модели и со схожими гипотезами, тоже получились не столь высокие оценки качества связи [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015, p. 15].

организации интеграционных процессов, т.е. без привлечения других источников финансирования, новых форм организации науки и высшего образования, хорошо организованных каналов перетоков знаний между регионами.

Можно согласиться с экспертами, детально изучившими ситуацию с высшим образованием в России, что необходимо диверсифицировать деятельность вузов, устранить региональные перекосы в финансировании ВО, усилить исследовательскую и предпринимательскую деятельность университетов для роста внебюджетного финансирования ВО. Интеграция науки и ВО перспективна с точки зрения преодоления неоднородности в размещении научно-образовательного потенциала по субъектам РФ, что частично можно компенсировать перетоком знаний, которыми обладает квалифицированный персонал разных уровней. Для диффузии инноваций также важно общее социально-экономическое развитие соседних регионов, что создает условия как для кооперации, так и конкуренции в привлечении высококвалифицированных кадров.

Вероятно, включение в модель (42) не только расходов на высшее образование, но и расходов по всем видам образования, сделает более надежным получение спектра оценок при независимых переменных в разных спецификациях и повысит значение R^2 .

Глава 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ НАУКИ, ИННОВАЦИЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ РОССИИ¹

Позиции социально-экономических показателей РФ на фоне развитых стран определяются во многом успешностью развития регионов и дислоцированных там компаний в разных отраслях [Batabyal and Nijkamp, 2013]. В 2011–2030 гг. среднемировой темп прироста экономики ожидается на уровне 1,9% [Лавровский, 2017], а чтобы его превзойти среднегодовые темпы прироста в РФ должны составить не менее 2,5–3,0%. Среди важнейших факторов, которые позволят повысить рост экономики и улучшить пространственные пропорции в разных странах, называют, во-первых, инвестиции в сектора экономики знания, а во-вторых, разные меры поддержки высокотехнологичных компаний и регионов, демонстрирующих высокие темпы прироста [Aghion and Howitt, 1992]. Проблема активизации названных факторов состоит как в привлечении инвестиций, так и выборе регионов, способных благодаря структуре экономической деятельности более активно воспринимать инновации. При этом инвестиции в науку и инновации зависят от бюджетных ограничений на макроуровне [Barro, 1990] и наличия собственных средств у предприятий [DeLong and Summers, 1991], от мер государственной научной и инновационной политики, а также инициатив частного бизнеса.

Другая проблема – распределение инновационной активности и знаний по регионам. Высокотехнологичный бизнес в Рос-

¹ Глава подготовлена в рамках гранта РФФИ 17-02-00060 «Оценка влияния факторов инновационного развития на экономический рост регионов России».

Глава написана с использованием статьи Г.А. Унтура, М.А. Канева, А.А. Заболотский. «Влияние науки, инноваций и концентрации производства на экономический рост регионов России». – DOI: 10.24891/ni.15.12.2327 // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2019. – Т. 15, вып. 12. – С. 2327–2343. Авторы признательны к.э.н. А.А. Заболотскому, который был ее соавтором, за участие в расчете коэффициентов Херфинадаля-Хиршмана.

сии неоднородно сконцентрирован в европейских и восточных регионах страны [Юсупова, Халимова, 2017]. В десяти регионах сосредоточено около 60% высокотехнологичных предприятий [Земцов, Чернов, 2017]. Для их развития требуются не только затраты на НИОКР, но и еще в большей степени затраты на ТИ, необходима отраслевая политика и привлечение высококвалифицированных кадров.

Одновременно в России идут процессы концентрации экономической деятельности, урбанизации [Коломак, 2014], усиление неоднородности, что объективно вызывает взаимовлияние регионов друг на друга. Поскольку процессы передачи знаний требуют коммуникаций производителей и потребителей знания, возрастает роль человеческого капитала (ЧК) и адаптации знаний в технологических условиях [Ezcurra et al., 2006], где требуются уникальные технологии, учитывающие региональные особенности. Инновационные исследования за рубежом на уровне регионов и городов основаны на эмпирической проверке эффектов влияния на экономический рост НИОКР, межрегиональных перетоков знаний и других внешних экстерналий [Jaffe, 1986; Crescenzi, 2013; Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015; Синергия..., 2012]. Инвестиции в науку и ЧК играют позитивную роль в образовании сетевых структур в рамках научных проектов и инновационных кластеров в европейских странах. Оценки регионального экономического роста неоднозначны (в рамках разных эмпирических моделей) относительно силы влияния на прирост ВРП вышеназванных факторов [Айвазян, Афанасьев, Руденко, 2014; Kolomak, 2018; Земцов, Смелов, 2018; Канева, Унтура, 2017; Канева, Унтура, 2018; Мельников, Тесленко, 2018], поэтому целесообразно дальнейшее развитие этих исследований.

В главе рассмотрены вопросы, затрагивающие взаимовлияние инноваций и технологической структуры экономической деятельности. С помощью эконометрических методов выполнена оценка влияния затрат на науку и технологические инновации, перетоков знаний, вызываемых пространственной близостью, структурой экономической деятельности, концентрацией и специализацией производств, а также изобретательской активностью населения в регионах России на темп прироста ВРП на душу населения.

5.1. Основные гипотезы, выдвигаемые с позиций разных подходов

Гипотезы о том, что знания и инновации являются движущими силами экономического роста, обоснованы в многочисленных публикациях, отражающих эволюцию теорий и эмпирических моделей для оценки взаимосвязи экономического роста, науки и инноваций, как показано в обзоре [Канева, Унтура, 2018]. Среди таких научных направлений назовем:

- 1) теории экзогенного и эндогенного экономического роста. В работах [Lucas,1988; Romer,1990; Barro, Sala-i-Martin, 1995]. Авторы постулируют эндогенный характер технологического прогресса. Барро и Сала-и-Мартин [Barro, Sala-i-Martin, 1995] проверили гипотезу о том, что достигнутый уровень развития экономики в предшествующий период может быть фактором роста. В 2000-х годах эндогенные модели роста позволили оценить влияние как затрат на науку, так и перетоков знаний, вызванных географической близостью, для регионов Мексики [Rodriguez-Pose, Villareal Peralta, 2015]. Схожие гипотезы в отношении положительного влияния затрат на НИОКР и межрегиональных перетоков знаний на экономический рост регионов РФ были проверены в наших предшествующих работах [Канева, Унтура, 2017].
- 2) Синтез моделей производственных функций знаний (ПФЗ), моделей догоняющего эндогенного роста и пространственной эконометрики [Lündvall, 1985; Freeman,1987; Anselin, Varga, Acs, 1997] произошел в связи с развитием новой экономической географии (НЭГ) и агломерационной теории после 1950-х годов. Д. Одретч и М. Фелдман [Audretsch and Feldman, 1996] проверили гипотезу о том, что в экономике происходит кластеризация экономической деятельности в тех отраслях промышленности и в тех регионах, в которых происходят активные процессы генерации знаний за счет трех источников знаний: НИОКР, высококвалифицированной рабочей силы и фундаментальных исследований. О влиянии разных типов экстерналий в передаче знаний между фирмами писал Маршалл [Marshall,

1980], между регионами – Джейкобс [Jacobs, 1969]. В моделях пространственной эконометрики проверено, что на экономический рост регионов влияет не только географическая близость, но и многие виды непространственной близости: когнитивная, институциональная, организационная, которые позволяют более эффективно адаптировать знания и технологии извне [Marrocu et al., 2013; Aldieri et al., 2018; Audretsch and Feldman, 1996; Moreno et al., 2006]. Это модели позволили оценивать межрегиональное явление, так называемый переток знаний, между фирмами и регионами в зависимости от различных матриц близости и учитывать пространственный лаг. Переток рассматривался как косвенный (внешний по отношению к региону) фактор роста, порождаемый вложениями в НИОКР одних фирм или регионов, а затем полученные знания распространялись на других участников в зависимости от расстояния или специализации. В частности, в работе [Marrocu et al., 2013.] основной вывод состоит в том, что специализация, как правило, способствует агломерации (повышенной концентрации) инновационной деятельности в тех же секторах в большей степени, чем разнообразие (диверсификация).

В связи с этим более подробно обсудим некоторые гипотезы о влиянии на экономический рост факторов пространственного развития, в числе которых упоминались наука, диверсификация и продвижение технологий в разных секторах региональной экономики. Ряд авторов предполагают [Farra et al. 2013, Гохберг, Кузнецова, 2010; Кравченко, 2015; Голиченко, 2017] что диверсифицированная экономика имеет определенные преимущества, поскольку является более устойчивой к макроэкономическим шокам и изменениям внешней рыночной конъюнктуры, политическим и экономическим санкциям, способствует горизонтальным связям и сетевым структурам.

С позиции агломерационной теории роста Е. Коломак [Kolomak, 2018] выявила, что на динамику экономического роста РФ влияет пространственное распределение экономической активности макрорегионов страны и отдельных субъектов федерации внутри них. С позиций теории эндогенного технического

прогресса показано, что регионы России, растущие более низкими темпами в предыдущий период, осуществляющие крупные затраты на НИОКР, окруженные субъектами Федерации с более высокими ВРП на душу населения и активно конкурирующие с соседними территориями за человеческий капитал, способны наращивать темпы прироста ВРП на душу населения [Kaneva, Untura, 2019].

Исходя из упомянутых выше теоретических основ и опыта эмпирических работ, касающихся оценок экономического роста за рубежом и в России, учитывающих влияние на рост регионов затрат на НИОКР и затрат на технологические инновации (ТИ), перетоков знаний, а также специализации по секторам экономической деятельности и изобретательской активности населения, в работе выдвигаются три гипотезы:

Н1. Концентрация специализированных производств оказывает значимый положительный эффект на прирост ВРП на душу населения в сочетании с инновационными факторами (затратами на НИОКР или ТИ).

Н2. Обрабатывающие производства и сфера услуг оказывают значимый положительный эффект на прирост ВРП на душу населения.

Н3. Высокая изобретательская активность населения в регионе активизирует инновационную деятельность в секторах с обрабатывающей промышленностью, тем самым оказывает значимый положительный эффект на прирост ВРП на душу населения.

5.2. Анализ данных и описание переменных

Для проверки гипотез использовалась выборка из 80 регионов и данные, ежегодно публикуемые в официальной статистике по субъектам РФ¹. В разных спецификациях модели в качестве независимых переменных включены затраты на НИОКР или затраты ТИ как % в ВРП. Динамика финансирования науки и ТИ в последние годы была такова, что затраты на ТИ стали превышать затраты на внутренние исследования и разработки. ТИ из

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели, М.: Росстат, 2016. – 1326 с.

различных источников значительно различаются по федеральным округами и субъектам РФ и служат финансовой предпосылкой для развития высокотехнологичного бизнеса.

Независимые переменные: специализация/диверсификация производства введены в модель по аналогии с [Кравченко, 2015; Коломак, 2014] на основе индекса Херфиндаля-Хиршмана (ИХХ)¹ Нами были созданы четыре дамми-переменные (d_{si}), характеризующие отраслевую структуру в регионе по критерию ее близости либо к специализации, либо к диверсификации производства. Значения ИХХ рассчитываются для 15 разделов ОКВЭД по показателю вновь созданной стоимости (ВДС) по субъектам РФ. Разбиение интервала значений ИХХ $[0,10-0,4]$ на четыре статистических квартала позволяет учесть в модели типы регионов, в которых наблюдалась: высокая (d_1) или средняя диверсификация (d_2) либо средняя (d_3), высокая специализация (d_4). Здесь дамми, по сути, являются «метками» четырех типологий регионов по критерию разнообразия отраслевой деятельности.

Если регион имеет высокий ИХХ, то это лишь указывает на преобладание доли какой-то из отраслей в его технологической структуре. Поэтому в дальнейшем целесообразно продолжить анализ, конкретизировать, за счет концентрации какого именно вида специализации достигнуто это значение? В связи с этим в модель в качестве независимой переменной введена, сконструированная нами, переменная доминантной специализации по агрегированным отраслевым секторам (разделам ОКВЭД). Общий критерий выделения интервалов для этой переменной следующий: регион i «доминирует» в секторе k , если его доля в структуре валовой добавленной стоимости (ВДС) не только выше, чем в среднем по РФ в аналогичной специализации, но и составляет не менее 30–65% от максимальной доли сектора k по 80-ти регионам (тогда значение концентрации $d_{ik} = 1$, в противном случае = 0).

¹ Специализация (диверсификация) производства оценивались с помощью индекса Херфиндаля-Хиршмана (ИХХ). Специализация рассчитывалась как сумма квадратов долей секторов по ВДС. Монопроизводство (концентрированная специализация только в одной отрасли) соответствует значению индекса =1. Другими словами, чем выше уровень специализации, тем меньше степень разнообразия, которую принято называть диверсификацией, которая рассчитывается как соотношение =1 – специализация.

Признак не альтернативен, так как возможно несколько доминантных специализаций в регионе по их значимости для экономики России.

В модели учтено, что в масштабах страны концентрация экономической деятельности в регионах происходит из-за: либо природно-климатических условий, либо размещения минеральных ресурсов, либо это регионы, которые преимущественно специализируются в обрабатывающих отраслях; либо регионы, оказывающие широкий спектр нематериальных услуг¹. В регионе может быть несколько значимых для РФ секторов специализации. Например, в Москве, Новосибирской области доля сферы услуг составила в 2013 г. более 70 % в ВДС, поскольку эти субъекты РФ, прежде всего, являются финансовыми, научными, образовательными центрами крупных агломераций, в них развита оптовая и розничная торговля, но это не препятствует развитию там высокотехнологичных производств.

Переменная *социальный фильтр* интегрально учитывает ряд характеристик человеческого капитала: доля специалистов с высшим образованием в структуре занятого населения, выпуск из вузов специалистов с высшим образованием, % занятых, доля молодежи с 15 до 30 лет, % занятых, доля занятых в сельском хозяйстве, % в структуре занятого населения. Ее расчет подробно охарактеризован в прежних исследованиях [Канева, Унтура, 2017; Kaneva and Untura, 2019]. Кроме того, полагаем, что использование технологических знаний и их реальная адаптация в производстве регионов зависит от изобретательской активности населения, поскольку корпорации и крупные компании 85% инноваций генерируют благодаря патентной активности сотрудников. Поэтому в новой спецификации модели дополнительно были введены независимые дамми, рассчитанные по индикатору «количество патентов на 10 тыс. населения в регионе» (d_{pi}). Выделены 4 статистических квартиля в интервале [0 – 8,02].

¹ В мировой экономике заметен тренд, указывающий на то, что все большая доля ВДС создается в сфере услуг [Россия и страны мира, 2016, с. 85]. В России наблюдаются те же пропорции, свидетельствующие, что нематериальные услуги все больше связаны с диверсификацией производства во многих регионах [Регионы России, 2016, с. 528–529].

5.3. Эконометрическая модель, методы исследования, спецификации

Предлагаем дополнительно учесть в эконометрической модели (см. (33)) непространственную близость регионов, но не в виде матриц технологической близости (как это делается в моделях пространственной эконометрики, например, [Marrocu et al., 2013]), а посредством дамми ИХХ, маркеров групп регионов, которые схожи по уровню «близости структуры» ВДС. В дополнение к человеческому капиталу включены дамми изобретательской активности населения.

В расчетах было проведено дефлирование стоимостных показателей для ВРП на душу населения по национальному дефлятору в ценах 2004 г. Учет проблемы эндогенности достигается использованием лага в один год для всех независимых переменных, кроме дамми и переменных доминантной специализации.

Уравнение базовой эконометрической модели:

$$\begin{aligned} growth_i = & \alpha + \beta_1 \log(y_{i-1}) + \beta_2 R \& D_i + \beta_3 SocFilter_i + \\ & \beta_4 Spill_i + \beta_5 ExtSocFilter_i + \beta_6 ExtGDPpc_i + \quad , \quad (43) \\ & + \sum_{j=1..4} d_{-s_j} + \sum_{k=1..4} d_{-p_k} + \sum_{l=1..4} d_{-k_l} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

где i – индекс региона¹.

Вновь введенные переменные:

d_{-s_j} – дамми переменные (на основе индекса ИХХ), интервалы квартилей d1-d4 составили: $0 < 0,172$; $< 0,243$; $< 0,316$; $< 0,391$.

d_{-p_k} – дамми переменные изобретательской активности населения, интервалы квартилей: $0 < 2,02$; $< 4,02$; $< 6,02$; $< 8,02$.

d_{-k_l} – переменные доминантной специализации в регионе. Интервалы доминирования в специализации для секторов: аграрные $\geq 10\%$; ресурсные $\geq 25\%$; обработка ≥ 26 ; сервисы $\geq 50\%$ в структуре ВДС.

Расчеты по модели в формуле (43) проводились для двух спецификаций: затраты на НИОКР (или ТИ) и двух матриц близости между регионами: матрицы расстояний, построенной по индексу доступности [Schurmann and Talaat, 2000], а для регионов с об-

¹ Описание переменных, см. раздел 1 формула (33).

щими границами используется матрица географической близости с элементами 1, если есть соседние границы и 0, если их нет между регионами.

Составлены таблицы сопряженности для переменной темп прироста ВРП на душу (далее по тексту сокращенно прирост ВРП) и дамми ИХХ и прирост и дамми доминантной специализации для 28 для так называемых регионов-инновационных лидеров на основе национального рейтинга АИРР и Интерфакса¹ (Рейтинг инновационных регионов, 2017).

5.4. Основные результаты и их обсуждение

В табл. 5.1 приводятся результаты оценки влияния на зависимую переменную – темп прироста ВРП на душу населения – независимых переменных в двух спецификациях: затраты на ТИ/либо НИОКР. Спецификация 1 для ТИ рассчитывалась для двух вариантов: спецификация 1.1 для 80 регионов РФ (учитывалась пространственная близость всех регионов по матрице доступности), и спецификации 1.2 (на основе матрицы соседства). Аналогично построена спецификация 2 для НИОКР.

Таблица 5.1

Кросс-секционная МНК регрессия, зависимая переменная – «темп прироста ВРП на душу населения» для 80 регионов РФ, 2013 г.

Независимые переменные	Спецификация 1. Затраты на ТИ		Спецификация 2. Затраты на НИОКР	
	спецификация 1.1_ТИ_ВСЕ регионы	спецификация 1.2_ТИ_соседи	спецификация 2.1_НИОКР_ВСЕ регионы	спецификация 2.2_НИОКР_ соседи
1	2	3	4	5
Натуральный лог ВРП на душу с лагом 1 год	0,076 (2,686)	0,072 (2,670)	0,432 (2,890)	0,470 (2,617)
ТИ, % от ВРП	1,193 ** (0,560)	1,111** (0,557)	–	–

¹ Результаты расчетов предоставляют по запросу.

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5
НИОКР как % от ВРП	–	–	–0,133 (0,415)	–0,195 (0,412)
Социальный фильтр	–0,061 (0,092)	–0,026 (0,090)	–0,024 (0,090)	0,026 (0,090)
Географический переток ТИ	–2,776 (3,591)	0,142 (0,857)	–	–
Географический переток НИОКР	–	–	–3,838 (3,071)	–2,203*** (1,164)
Переток социального фильтра	–0,257 (0,505)	–0,166 (0,491)	–0,058 (0,520)	–0,110 (0,500)
Переток ВРП на душу	–0,0000 (0,0000)	–0,0000 (0,0000)	–0,0000 (0,0000)	–0,0000 (0,0000)
Дамми ИХХ 2 квартиль	2,632 (1,760)	2,500 (1,61)	2,419 (1,711)	2,749 (1,903)
Дамми ИХХ 3 квартиль	9,907*** (5,871)	8,613 (5,453)	8,711 (5,788)	8,663 (5,591)
Дамми ИХХ 4 квартиль	8,753 (5,526)	8,941 (5,482)	7,850 (5,682)	9,960 (5,478)
Агро-сектор	0,445 (1,012)	0,550 (1,00)	0,464 (0,955)	0,794 (0,966)
Ресурс-сектор	–0,640 (1,469)	–0,579 (1,535)	–0,932 (1,427)	–1,040 (1,406)
Обработка-сектор	1,471 (1,397)	0,955 (1,104)	2,592*** (1,503)	2,955*** (1,604)
Услуги-сектор	1,906*** (1,132)	1,950 (1,178)	1,722 (1,093)	1,887 (1,154)
Дамми патент 2 квартиль	0,623 (1,459)	0,255 (1,401)	0,860 (1,436)	0,910 (1,411)
Дамми патент 3 квартиль	0,200 (1,615)	0,041 (1,624)	1,111 (1,783)	2,745** (1,163)

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5
Дамми патент 4 квартиль	5,740 (3,841)	3,860 (3,535)	5,214 (3,685)	7,980 (5,447)
Константа	5,436 (27,180)	4,669 (27,034)	1,751 (28,835)	-0,884 (26,166)
R ²	0,2403	0,2340	0,2147	0,2565
N	80	80	80	80

Примечание: в скобках указаны робастные стандартные ошибки коэффициента регрессии (опция `vce(robust)`); *, **, *** – значимость на 10%, 5% и 1%-ном уровне соответственно.

Спецификация с затратами на ТИ

Расчеты по кросс-секционной модели для 2013 г. характеризуют ситуацию в экономике регионов уже после кризисного 2008 г., учитывая частичное восстановление положения дел в некоторых отраслях. Кроме того, с 2011 г. наметилась тенденция роста затрат на ТИ % ВРП. Для сложившихся условий развития, как видно из табл. 5.1 (спецификация 1.1), гипотеза H₀ о том, что ТИ оказывают положительное значимое влияние на годовой прирост ВРП, подтверждается (на уровне значимости 5%) в сочетании с высоким уровнем специализации (ИХХ дамми `d_3` – 0,319), которая одновременно оказалась значима (на уровне 1%). Однако в целом для спецификации 1 можно говорить лишь об условном подтверждении значимости сочетания инвестиций в ТИ и дамми ИХХ, поскольку в спецификации 1.2, хотя сами затраты на ТИ оказались значимы на уровне 5%, но при этом все остальные переменные, характеризующие разнообразие ВДС, не имели статистически подтвержденного значения. Предельный эффект затрат на ТИ в спецификации 1 на темп прироста ВРП на душу населения составляет 1,1–1,2 п.п. В то же время не получены значимые оценки коэффициентов перетока знаний (косвенного финансирования) в 2013 г. даже для матрицы соседства. Между тем такие перетоки оказывались значимы для многих регионов Европы (в ареале 100–200 км) и стран (например, Мексики [Rodriguez-Pose and Villareal Peralta, 2015], где, видимо, оказались более эффективно налажены каналы перетока знаний и высокая абсорбционная возможность регионов. Возможно, это связано еще

и с тем, что в России не обнаружено значимого влияния фактора социального фильтра и его перетоков на прирост ВРП в 2013 г. Если предположить, что снизилось качество ЧК (как считают многие руководители предприятий, квалификация специалистов с высшим образованием и выпускников вузов не всегда соответствовала новейшим достижениям), то для технологических проектов тем самым снижались адаптационные возможности запуска новых производств.

Другая часть гипотезы о влиянии концентрации сектора услуг на прирост ВРП подтвердилась для всех 80 регионов (спецификация 1.1). В частности, проверка гипотезы Н2 выявила положительную связь прироста ВРП с доминантной специализацией в секторе услуг (на уровне 10%), которая имела положительный коэффициент регрессии, показывающий вклад в прирост 1,9 п.п. во всех регионах. Однако в спецификации 1.2 (с учетом пространственной близости для регионов–соседей) влияние специализации названных секторов оказалось незначимым. По-видимому, наличие в регионах с общими границами секторов со схожей доминантной специализацией еще не говорит об эффекте технологической близости одновременно с географической близостью для прироста ВРП. В этом отношении эффект доминантной специализации в секторе обработки не смог проявиться через отраслевые холдинги, подразделения которых расположены как в удаленных, так и соседних в регионах.

В спецификации 1 не подтверждена гипотеза Н3 о положительном влиянии изобретательской активности населения разной интенсивности на прирост ВРП. Использование отечественных патентов в модернизации производства в 2013 г. могло быть недостаточно активным в силу того, что в предшествующий период преимущественно использовалось импортное оборудование во многих отраслях и технологических процессах. Сама доля затрат на приобретение интеллектуальной собственности достаточно низка в структуре ТИ, она не превышает 2–3%. Преобладали инкрементальные инновации.

Спецификация с затратами на НИОКР

Гипотеза Н1 о том, что специализация/диверсификация влияют на прирост ВРП на душу населения в сочетании с затратами на НИОКР не подтвердилась в спецификациях 2.1. и 2.2, так как ни для самой переменной НИОКР, ни в отношении дамми на основе ИХХ не получены значимые коэффициенты.

Между тем в 2013 г. выявлено, что в спецификации 2.2 географический переток НИОКР оказался значим (на уровне 5%), но с отрицательным знаком. По-видимому, это можно объяснить несколькими гипотетическими моментами: либо каналы межрегионального перетока знаний оказались неэффективными для 2013 г., либо это свидетельствует о нарастании конкуренции, т.е. создание аналогичных производств в других регионах на основе НИОКР снизило цены на продукцию и тем самым могло ухудшить экономическую позицию региона, который ранее имел преимущество.

Гипотеза Н2 о влиянии доминантной специализации в секторах обработки и услуг на прирост ВРП условно подтвердилась. Но если для сектора «обработка» (спецификации 2.1. и 2.2) подтвержден предельный эффект от смены специализации в случае перехода предприятий региона в обрабатывающую промышленность, который составляет 2,6–3,0 п.п., то доминантная специализация в секторе услуг оказалась незначима в сочетании с инвестициями в НИОКР.

Отметим, что в обеих спецификациях для ТИ и НИОКР не получены статистически значимые оценки для сектора ресурсной специализации, одновременно коэффициент этой переменной имеет отрицательный знак, что косвенно говорит о том, что в 2013 г. добывающие отрасли существенно не влияли на экономический рост.

Подтверждена гипотеза Н3 о положительном влиянии изобретательской активности на прирост ВРП (спецификация 2.2.). Возникает значимый положительный эффект в локализованных пространствах. Поскольку достаточно часто наблюдается в регионах ситуация, когда после проведения НИОКР число патентов на душу населения возрастает, то в структуре по классам патентов становится заметна большая доля патентов, относящихся к отраслям специализации регионов, в данном случае к обрабатывающим производствам. Так, увеличение на 1 единицу числа патентов на 10 тыс. населения и пребывание региона в третьем квартиле по этому показателю обеспечивало прирост ВРП на душу населения почти на 3 п.п.

Темп прироста ВРП на душу населения в инновационно-сильных регионах

Отдельно авторами проведен анализ прироста ВРП по 28 регионам, входившими в рейтинг инновационных регионов России в

категории «сильные инноваторы» и «средне-сильные инноваторы» (Рейтинг инновационных регионов, 2017)¹. В табл. 5.2 показано сравнение показателей для инновационно-сильных регионов на фоне всех субъектов РФ. Темп прироста ВРП на душу населения в анализируемом году в среднем по регионам РФ составлял 5,6%, а по инновационно-сильным регионам он был несколько выше – 6,0%.

Таблица 5.2

**Прирост ВРП на душу населения в регионах РФ
и инновационно-сильных регионах, %**

Показатель	Прирост ВРП по РФ (все регионы, 80)	Прирост ВРП (инновационно-сильные регионы, 28)
В среднем по группе	5,6	6,0
<i>Диверсификация/специализация</i>		
d1	5,4	5,3
d2	6,8	7,9
d3	10,6	10,6
d4	10,5	–
<i>Доминантная специализация</i>		
агро	5,8	4,5
ресурсодобыча	4,6	5,3
обработка	5,7	6,1
услуги	3,4	6,7
<i>Изобретательская активность населения</i>		
d1_p	5,6	5,9
d2_p	4,1	5,5
d3_p	6,2	–
d4_p	10,5	10,5

Источник: расчеты авторов.

¹ Это регионы: Томская обл., Владимирская обл., Пензенская обл., Самарская обл., Липецкая обл., Алтайский край, Чувашия, Красноярский край, Пермский край, Ульяновская обл., Татарстан, Хабаровский край, Калужская обл., Воронежская обл., Московская обл., Мордовия, Нижегородская обл., Башкортостан, Ярославская обл., Ростовская обл., Тульская обл., Санкт-Петербург, Челябинская обл., Новосибирская обл., Иркутская обл., Москва, Свердловская обл., Тюменская обл.

Темпы прироста ВРП по тем субъектам РФ, которые имели среднюю и высокую специализации по индексу ИХХ, был выше, чем в среднем для 80 регионов. Что касается доминантной специализации по секторам, то инновационно-сильные регионы по сравнению со всеми 80 регионами страны продемонстрировали более высокий прирост: в ресурсном секторе – в 1,2 раза, в секторе услуг – в 2,0 раза, в секторе «обработка» – в 1,1 раза выше. Инновационно-сильные регионы по показателю «изобретательская активность населения» показали свою лидирующую роль в регионах с высокой диверсификацией или высокой специализацией. При этом для всех регионов, финансирующих НИОКР, наблюдалась повышение темпа прироста ВРП на душу населения в сочетании с повышением изобретательской активности.

5.5. Выводы

В главе 5 показана связь экономического роста регионов России в 2013 г. с инвестициями в технологические инновации и НИОКР с учетом типологии регионов по структуре экономической деятельности, диверсификации производства, доминантной специализации по секторам ОКВЭД и изобретательской активности. Проведенное исследование подтвердило гипотезы в отношении специализации и концентрации как о факторе роста, который сопряжен с осуществлением инвестиций в технологические инновации по регионам. В частности, статистические оценки зависимости прироста ВРП на душу населения от размера инвестиций в технологические инновации для секторов «обработка» и «услуги» оказались на уровне значимости 1–5%, что подтверждает выявление статистической связи [Durlauf, Johnson and Temple, 2009].

Концентрация специализированного производства, по-прежнему, значима, как это наблюдалось в докризисный период для всех регионов РФ, что связано с историческим пространственным размещением крупных предприятий в сфере обрабатывающей промышленности и ресурсном секторе РФ [Kryukov et al., 2019]. На наш взгляд, несмотря на последствия кризиса, прирост ВРП произошел во всех регионах, прежде всего за счет инвестиций в ТИ, что можно объяснить быстро реорганизуемыми и реконфигурируемыми научно-производственными межрегиональными

цепями для регионов с высоким уровнем концентрации производств и науки [Kaneva and Untura, 2019]. Экономический рост за счет диверсификации был возможен отчасти для инновационно-сильных регионов. Выводы авторов согласуются с результатами других исследований для регионов РФ [Kolomak, 2018; Земцов, Смелов, 2018], в которых отмечается, что пространственная концентрация науки и производств на основе специализации отдельных видов экономической деятельности направлена на укрепление сравнительных преимуществ регионов и приводит там к повышению роста. Важность инвестиций в технологические инновации также выявили наши исследования по модели панельной регрессии за 2005–2013 гг. и модели Аррелано-Бонда [Kaneva and Untura, 2019]. Они показали, что этот фактор достаточно устойчив для роста экономик регионов. Но в настоящей работе было дополнительно показано, что эффект инноваций лучше проявился в регионах с высоким уровнем специализации (третий квартиль ИХХ): например, в Тюменской области в структуре ВДС преобладает нефтедобыча, дающая прирост 10,5%, причем область одновременно входит в состав регионов-инновационных лидеров. Тем не менее, прирост ВРП, превышающий среднероссийский по 80 регионам РФ и 28 инновационным регионам, был достигнут в средне диверсифицированных экономиках с большим удельным весом в структуре ВДС секторов обрабатывающих производств и услуг (например, Московская область 10%).

Существенный прирост ВРП, оказался возможен, в первую очередь, в регионах, относящихся к типу инновационно-сильных регионов, специализирующихся в секторе обрабатывающих производств и секторе услуг, которые в значительной степени размещены в крупных агломерациях, где одновременно сконцентрированы НИОКР.

Результаты работы могут быть использованы региональными органами власти при формировании стратегий пространственного развития.

РАЗДЕЛ 3

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И НЕПРОСТРАНСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ

Глава 6 ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КОГНИТИВНОЙ БЛИЗОСТИ НА ИННОВАЦИИ В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ¹

Теоретические и эмпирические исследования в разных странах показали, что экономический рост регионов находится не только в зависимости от труда и капитала, но и изменяется под воздействием внешних и локальных знаний. Важной предпосылкой развития и экономического роста регионов являются перетоки знаний, основу которых определяет феномен *пространственной и непространственной близости регионов*.

Непространственные близости приобретают все большее значение как факторы, которые могут оказывать влияние на экономический рост [Crescenzi, 2014; Caragliu and Nijkamp, 2016]. Это институциональные [Marrocu et al., 2013 b], технологические [Paci et al., 2012], организационные [Boschma, 2005], социальные [Breschi and Lenzi, 2012] и когнитивные [Caragliu and Nijkamp, 2016] близости. В то время как институциональная близость основана на сходстве законодательных и экономических систем, создающих общий фон для реализации законов [Maskell and Malmberg, 1999; Gertler, 2003], организационная близость происходит из схожести типов организационной структуры, которые

¹ Раздел подготовлен в рамках плана НИР ИЭОПП СО РАН по базовому проекту XI.174 0325-2019-0008 «Экономика Сибири и ее регионов в условиях внешних и внутренних вызовов и угроз: методология, тенденции, прогнозы».

ускоряют обмен знаниями [Kirat and Lung, 1999]. Социальная близость связана с коллаборационными сетями, существующими в различных системах знаний [Granovetter, 1985].

Когнитивная близость – альтернатива пространственной близости, основанная на концепции когнитивного капитала. Когнитивный капитал – это когнитивные умственные процессы и возникающие идеи, подкрепленные культурой и идеологией, нормами, ценностями, взглядами и убеждениями, которые способствуют общему поведению и взаимовыгодным коллективным действиям. Говорят, что две области деятельности когнитивно близки, если они используют дополнительный набор навыков и компетенций, связанных с общей базой знаний [Caragliu and Nijkamp, 2016]. Чтобы учиться друг у друга, агенты в отдаленных регионах должны обладать межрегиональной взаимодополняемостью в опыте и навыках.

Технологическая близость ускоряет распространение знаний между субъектами, которые придерживаются одной и той же технологической парадигмы. Подобные технические аспекты повышают вероятность понимания новых знаний, полученных за пределами региона, и их эффективного дешифрования и преобразования в практическое применение в регионе [Los, 2000]. Обычно технологическая близость измеряется в соответствии с расстояниями между одними и теми же классами технологий или областями науки на основе относительных метрик и мер расстояния [Jaffe, 1986; Cohen and Levinthal, 1990].

Преыдушие исследования различных типов близости и масштабов их влияния на региональные базы знаний [Maroccu et al., 2013] или на экономический рост [Attfield et al., 2000] дали неоднозначные результаты. Например, Crescenzi (2013) отметил, что пространственная близость утратила свою ведущую роль в качестве фактора близости, влияющего на инновации, и эту точку зрения разделяют Paci et al. (2012). Caragliu и Nijkamp (2016) получили обратный результат, показывающий что географическая близость является наиболее значительным источником распространения НИОКР.

В настоящей главе мы покажем влияние пространственной и непространственной близости на выпуск инновационных продуктов и услуг российских регионов. Авторы используют

производственную функцию знаний [Griliches, 1979], для которой операционализировано понятие «близости» и получены эконометрическими методами оценки эффектов пространственной и непространственной близости между регионами. Целью исследования является получение оценок влияния пространственной, технологической и когнитивной близости на создание нового знания в российских регионах в 2005–2016 гг. в рамках пространственных эконометрических моделей [Elhorst, 2014].

6.1. Эмпирический подход и гипотезы исследования

Н1. Технологическая близость оказывает существенное и положительное влияние на инновационную активность в российских регионах

Матрица технологической близости для регионов России (см. (44)) основана на сходстве технологической специализации, в которой специализация представлена 15 секторами экономики и долями валовой добавленной стоимости (ВДС) для 80 регионов РФ. Каждый из 15 секторов соответствует Подразделениям классификации ОКВЭД (база данных ОКВЭД, 2019). Это сектора: сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство (подразделения А – В классификации ОКВЭД); добыча полезных ископаемых (С); обрабатывающая промышленность (D); сектора, связанные с услугами и нематериальной продукцией, включенные в 11 разделов (E – Q) в ОКВЭД. Более подробно см. главу 7.

Доли ВДС в 15 секторах отражают технологическую специализацию, масштабируемость на региональном уровне и различия в уровнях прибыли отраслей экономики. Как было показано, отрасли, в которых используются высокие технологии, столкнулись с быстрым ростом ВДС, несмотря на их незначительную общую долю в региональном экономическом выпуске [Von Furstenberg, 1986], тогда как отрасли, доминирующие в региональной экономической структуре, могут иметь низкую ВДС [Van den Berg and Lewer, 2015]. Во многих исследованиях валовая добавленная стоимость используется в качестве индикатора для структуры специализации и диверсификации на региональном уровне (например, Dell’Agostino and Nenci, 2018; Кравченко, 2015).

Элемент матрицы технологической близости TP_{ij} определяется как:

$$TP_{ij} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{15} |(GVA_{ik} - GVA_{jk})| \quad (44)^1$$

GVA_{ik} и GVA_{jk} – доля валовой добавленной стоимости в секторе экономической деятельности k в регионах i, j .

Следует отметить, что диагональные элементы матрицы изменяются с 1 на 0 для матрицы, чтобы соответствовать требованиям весовой матрицы моделей пространственной эконометрики.

Второй тип близости, рассматриваемый в статье – это когнитивная близость, которую мы пытаемся оценить между российскими регионами, принимая во внимание ограничения существующей региональной статистики. Мы измеряем когнитивную близость по количеству патентов в каждом регионе, так как считаем, что это число отражает уровень технологий региона и его способность к освоению. Когнитивная близость – это степень, в которой два субъекта имеют одинаковую базу знаний [Breschi and Lissoni, 2009], а более высокая склонность к патентам увеличивает вероятность того, что база знаний схожа в регионах и повышает вероятность адаптации перетоков знаний (ПЗ) из другого региона. Элементы матрицы отражают индекс региональной близости, основанный на общих технологических знаниях, накопленных в соответствующем регионе, материализованных в патентах. Хотя авторы понимают, что это не идеальный индикатор когнитивной близости, так как он не измеряет близость между классами патентов, это мера, основанная на доступной статистике Росстата, впервые позволяет оценить эффект ПЗ на мезоуровне для регионов РФ.

Элемент матрицы когнитивной близости (С) определяется через общность знаний, заключенных в патентах региона:

$$c_{ij} = |p_i - p_j|, \quad (45)$$

где p_i это число патентов на 10 тыс. населения в регионе i .

¹ Расчет TP_{ij} выполнен совместно с А.А. Заболотским (ИЭОПП), см. [Marrow et al., 2013].

H2. Когнитивная близость оказывает статистически значимое и положительное влияние на инновационную активность в российских регионах.

Модель, применяемая к нашим данным, представляет собой производственную функцию знаний (ПФЗ), впервые введенную Ц. Грилихесом [Griliches, 1979], а затем разработанную в работе [Pakes & Griliches, 1984]. В ПФЗ индикатором знаний традиционно выступает число патентов. В связи с тем, что патентная статистика в России не отражает процесс создания знаний (многие изобретения никогда не запатентованы, а доля «спящих патентов» высока) [Канева, 2013], мы выбираем в качестве зависимой переменной долю инновационной продукции и услуг в ВРП, % (VIPS).

Независимой переменной в эмпирической модели ПФЗ являются затраты на НИОКР или, альтернативно, затраты на технологические инновации, данные по которым представлены в сборниках Росстата «Регионы России» [Регионы России, 2016; 2017]. Мы используем расходы на технологические инновации в качестве входных данных в функции производства знаний для российских регионов ($ti_{i,t}$).

$$inn_{i,t} = \beta_1 ti_{i,t} + \beta_2 hk_{i,t} + \delta cont_{i,t} + \gamma proxim_{i,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (46)$$

где i – регион, t – время, ε – случайная ошибка модели.

Вслед за [Магосси et al., 2013] мы включаем в модель в качестве контрольной переменной индикатор человеческого капитала $hk_{i,t}$, выраженный долей занятых с высшим образованием в общем числе занятых. Высокий уровень образования и квалификации рабочей силы приводит к более быстрой адаптации новых технологий. Более того, создание инноваций может быть результатом адаптации внешних знаний в результате неформального общения между учеными и предпринимателями. Для включения перетоков знаний в модели используются пространственная (географическая) близость и непространственная близости, что приводит к формулировке разных спецификаций общей модели.

Эконометрическая модель в общем виде представлена линеаризованной логарифмически преобразованной функцией Кобба-Дугласа, в которой основными факторами производства знаний являются человеческий капитал и затраты на технологические инновации. В качестве индикатора создания нового знания используется доля инновационной продукции и услуг в ВРП(inn).

Контрольные переменные $cont_{i,t}$ отражают социально-экономические условия в регионах. К ним отнесем долю молодежи 15–30 лет в общем числе занятых как индикатор креативности и долю занятых в сельском хозяйстве аналогично [Rodriguez-Pose, Crescenzi, 2008].

Переменная близости $proxim_{i,t}$ указывает на тип близости и меру его измерения. На основе (46) проведены расчеты по моделям пространственной авторегрессии (SAR).

Модель Дурбина – SDM имеет следующую форму и позволяет оценивать перетоки человеческого капитала и затрат на технологии из соседних регионов:

$$inn_{i,t} = \rho Winn_{i,t} + \beta_1 ti_{i,t} + \beta_2 hk_{i,t} + \delta cont_{i,t} + W\theta_1 ti_{i,t} + W\theta_2 hk_{i,t} + W\theta_3 cont_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (47)$$

Для SAR и SDM отдельно рассчитаны прямые и косвенные пространственные эффекты. В расчетах для технологической и когнитивной близости использовались матрицы весов W для 2005 и 2016 гг.

Третья модель – это панельная модель с пространственной ошибкой (SPGMM), которая является расширенной версией модели пространственной ошибки (SEM) (Kelejan and Prucha, 1999). В SPGMM ошибки имеют как пространственную, так и временную корреляцию:

$$inn_{i,t} = \beta_1 ti_{i,t} + \beta_2 hk_{i,t} + \delta cont_{i,t} + u_{i,t}, \quad (48)$$

где $u_{i,t}$ это ошибка модели.

Пространственная зависимость моделируется согласно подходу Клиффа и Орда [Cliff and Ord, 1973]. Считается, что эта модель аналитически превосходит модели SAR и SDM. Как и в случае модели SAR, модель SPGMM не оценивает перетоки знаний.

В настоящем исследовании оцениваются три спецификации каждой из трех моделей с разными весовыми матрицами близости: географическую, технологическую и когнитивную.

Интерпретация результатов и оценка эффектов пространственной и непространственной близости включает обсуждение общих, прямых и косвенных эффектов. Прямой эффект измеряет изменение зависимой переменной в регионе i , вызванное измене-

нием одного из его собственных регрессоров, плюс ряд эффектов обратной связи (влияние области i на соседние области будет иметь место эффект обратной связи). Прямые эффекты более высокого порядка возникают в результате эффектов обратной связи, то есть тех, что проходят через соседние регионы и обратно к самому региону ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ and $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$) [Elhorst, 2014, p. 23]. Косвенные или побочные эффекты связаны с изменением значения регрессора в другом регионе [Le Sage and Pace, 2009]. Общий эффект представляет собой сумму прямых и косвенных эффектов.

В модели SAR соотношение прямого и косвенного эффектов зависит коэффициента пространственной автокорреляции ρ и весовой матрицы W . Прямые эффекты соответствуют диагональным элементам матрицы $(I - \rho W)^{-1}$, тогда как косвенные эффекты соответствуют недиагональным элементам той же матрицы. Использование матриц географической близости, технологической близости и когнитивной близости приведет к различным значениям прямого и косвенного эффектов; их сравнение проводится в пункте 6.3.

В случае модели SDM «как прямое, так и косвенное влияние конкретной объясняющей переменной также будет зависеть от оценки коэффициента θ_k ». [Elhorst, 2014, p. 23]. Поскольку никакое предварительное ограничение не накладывается на величину как прямого, так и косвенного эффекта в модели SDM, можно сказать, что оценки модели SDM являются более точными нежели оценки модели SAR. В модели SDM, поскольку как прямые, так и косвенные эффекты различны для разных единиц в выборке, в таблице результатов приводятся усредненные показатели как для прямых, так и для косвенных эффектов. Усредненный прямой эффект измеряется по среднему значению диагональных элементов матрицы $(I - \rho W)^{-1}(\beta_i + W\theta_i)$. Суммарный показатель косвенного эффекта измеряется средним значением либо суммы строк, либо суммы столбцов недиагональных элементов этой же матрицы [LeSage and Pace, 2009]. Интерпретация прямых и косвенных эффектов, наряду с коэффициентами в моделях SAR, SDM и SPGMM, дана в пункте 6.3.

Выбор наиболее адекватной модели для каждого из вида близости основан на анализе тестов множителя Лагранжа (LM) и отношения правдоподобия (LR), как это предлагается в про-

пространственной эконометрике. Тест LM является классическим тестом для пространственного лага в зависимой переменной и пространственного лага по ошибке. Если значение статистики для классического теста LM для проверки существования пространственного лага оказывается значимым, но значение статистики для классического LM теста на пространственную ошибку является незначимой (тест Барриджа), то модель SAR рассматривается как наиболее адекватная для рассматриваемого набора данных. В противном случае модель SEM (или, в нашем случае, SPGMM) является наиболее адекватной.

В том случае, когда статистики для обоих тестов являются значимыми, для выбора моделей используются робастные тесты (*robust LM test* и *robust LM error*). Если присутствует только один тип пространственной зависимости, робастные тесты LM укажут либо на модель SEM (SPGMM), либо на модель SAR. В случае, когда оба теста дают значимые результаты, необходимо более глубокий анализ моделей. Тем не менее, допускается выбор модели на основании тестовой статистики с более высоким уровнем значимости [Kosfeld, 2019].

Наконец, модели SAR и SDM можно сравнивать между собой по результатам теста LR, формула которого приведена ниже:

$$LR = 2(\log L_{restricted} - \log L_{unrestricted}). \quad (49)$$

Данная статистика имеет распределение хи-квадрат. Более высокое значение тестов LR указывает на превосходство модели. Важным допущением для этого теста является то, что сравниваемые модели должны быть вложенными. Это относится к моделям SAR и SDM, так как SAR вложена в SDM. Нулевая гипотеза состоит в том, что меньшая модель является лучшей, а $p\text{-value} < 0,05$ отвергает нулевую гипотезу.

6.2. Используемые данные

Авторами проведен анализ для 80 регионов РФ в 2005–2016 гг. В табл. 6.1 представлены описательные статистики переменных, используемых в анализе.

Таблица 6.1

**Описательные статистики переменных, используемых
в анализе типов близостей**

Переменная	N	Среднее	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
<i>inn_imp</i>	960	4,01	5,63	0,01	53,34
<i>rd_imp</i>	960	0,80	0,93	0,02	6,58
<i>ti_imp</i>	960	1,23	1,51	0,01	15,21
<i>high_imp</i>	960	26,78	5,68	14,3	50
<i>young_imp</i>	960	24,09	2,60	9	37,5
<i>agri_imp</i>	960	11,79	5,62	0,2	28,1

Примечание: переменные с вменными значениями¹.

Данные в табл. 6.1 показывают, что в России наблюдается значительный разброс доли VIPS в ВРП в регионах и что наибольшее значение 53,34% соответствует Сахалинской области, являющейся лидером по добыче нефти и газа. Как показано на рис. 6.1., наибольшая доля VIPS велика в регионах, где сосредоточены обрабатывающие отрасли – Нижний Новгород, Самара, Татарстан, Пермь (10–23%), тогда как в регионах Сибири и Дальнего Востока наблюдается низкая склонность к инновациям с долей VIPS в ВРП не более 5%.

¹ В случае пропущенных наблюдений, авторами была использована техника вменения. Это делалось для того, чтобы использовать пространственные модели в ПО Stata 14, которые не допускают наличия пропущенных наблюдений. Использовались два метода. В том случае, если можно было использовать предыдущее значение использовался метод LOFC («last observation carried forward»). Если же было пропущено значение в первый и последующий периоды для региона, то вменение происходило по методу среднего значения.

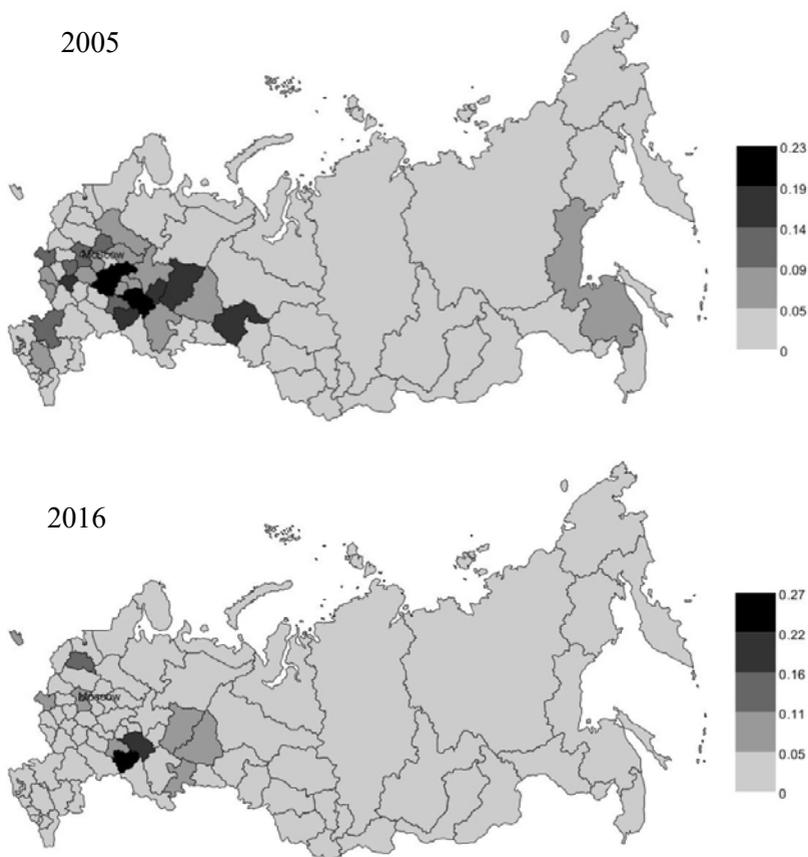


Рис. 6.1. Выпуск инновационных продуктов и услуг, доля в ВРП в регионах РФ в 2005 и 2016 гг.

Расходы на ТИ распределены по России неравномерно: наибольшее значение 15,21 (табл. 6.1) также соответствует Сахалинской области. Доля расходов на НИОКР в ВРП невелика: в среднем 0,8% и максимальное значение 6,58%, что соответствует Нижегородской области, где расположены автомобильные заводы (ГАЗ и ПАЗ), завод радиоэлектроники и машиностроительные заводы. Рисунок 6.2 показывает, что расходы на ТИ в России превышают расходы на НИОКР, хотя оба типа расходов в конечном итоге приводят к увеличению VIPS.

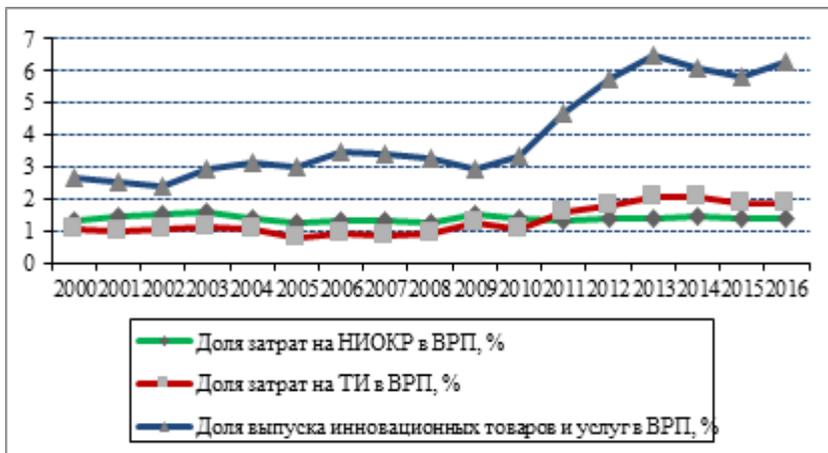


Рис. 6.2. Затраты на НИОКР, ТИ % в ВРП в России, 2000–2016 гг.

Среднее значение доли рабочей силы с высшим образованием для российских регионов, составляющее 26,8%, является одним из самых высоких в мире. Примерно четверть рабочей силы моложе 30 лет (24,1%). Как и ожидалось, минимальная доля рабочей силы, занятой в сельском хозяйстве, находится в Москве, а максимальная – в Дагестане, сельскохозяйственном регионе в ЮФО России. Рисунок 6.1 иллюстрирует изменения в VIPS с 2005 г. по 2016 г.

Расчет корреляционной матрицы¹ для переменных, участвующих в анализе, показал, что максимальная корреляция не превышает 0.4.

Матрицы близостей для моделей SAR, SDM и SPGMM рассчитывались для начального и конечного периода анализа, то есть для 2005 и 2016 гг.

¹ Доступна по запросу.

6.3. Результаты и обсуждение

Технологическая близость

Результаты для моделей с матрицами технологической близости за 2005 и 2016 годы представлены в табл. 6.2 (модели 1.1–1.6).

Во-первых отметим, что коэффициенты для моделей SAR, SDM и SPGMM на 2005 год очень близки к аналогичным коэффициентам для моделей SAR, SDM и SPGMM на 2016 год.

Вторым и очень важным результатом является тот факт, что в моделях SAR и SDM для обоих периодов (модели 1.1–1.3 и 1.4–1.6 соответственно) классические тесты LM отклоняют наличие пространственного лага как в ошибке, так и в зависимой переменной. Такие результаты показывают, что технологическая близость не влияет на российские регионы и что перетоков знаний из аналогичных технологических баз в стране не существует. Это ожидаемый результат, подтвержденный эконометрическим моделированием и данными для российских регионов, поскольку географические барьеры и расстояния между регионами, которые очень часто достигают тысяч километров, остаются существенными препятствиями для сотрудничества между участниками. В то же время, отсутствие сотрудничества, основанного на схожих технологических базах, серьезно ограничивает производственные возможности для регионов: хотя у одного региона имеется возможность освоить знания из технологически схожего региона, стимулы для этого отсутствуют по другим причинам, включая отсутствие затрат на преодоления расстояний. Решением может быть сотрудничество на основе ИКТ, которое позволяет использовать такие платформы, как видеоконференции и совместные онлайн-проекты. Гипотеза 1 отвергается.

Таблица 6.2

ПФЗ для технологической близости:
зависимая переменная – «доля инновационных продуктов и услуг в ВРП», 2005–216 гг.

Описание модели	SAR (Модель 1.1)	SDM (Модель 1.2)	SPGMM (Модель 1.3)	SAR (Модель 1.4)	SDM (Модель 1.5)	SPGMM (Модель 1.6)
	<i>Матрица технологической близости 2005</i>			<i>Матрица технологической близости 2016</i>		
1	2	3	4	5	6	7
Факторы производства						
Затраты на технологические инновации, доля в ВРП (%)	0,356*** (0,071)	0,356*** (0,071)	0,780*** (0,034)	0,354*** (0,070)	0,356*** (0,072)	0,778*** (0,034)
Доля занятых с высшим образованием, %	0,340 (0,388)	0,264 (0,468)	-0,126 (0,262)	0,311 (0,384)	0,248 (0,465)	-0,129 (0,262)
Контрольные переменные						
Доля занятых в возрасте 15–30 лет	-0,346 (0,637)	-0,634 (0,698)	-0,162 (0,440)	-0,345 (0,648)	-0,623 (0,696)	-0,162 (0,440)
Доля занятых в сельском хозяйстве	-0,346 (0,355)	-0,253 (0,444)	-0,096 (0,071)	-0,330 (0,355)	-0,242 (0,444)	-0,097 (0,071)
Константа			1,885 (1,918)			1,901 (1,920)
Пространственный компонент – $Wx(a)^*$						
Затраты на технологические инновации, доля в ВРП (%)		0,228 (0,390)			0,361 (0,410)	
Доля занятых с высшим образованием, %		-0,342 (0,975)			-0,791 (1,051)	

Продолжение табл. 6.2

1	2	3	4	5	6	7
Доля занятых в возрасте 15–30 лет		3,130** (1,599)			3,121** (1,564)	
Доля занятых в сельском хозяйстве		-1,592** (0,764)			-1,824** (0,766)	
Коэффициент пространственной автокорреляции (ρ)	0,170 (0,150)	-0,029 (0,144)		0,207 (0,141)	0,012 (0,130)	
Оценка эффектов						
<i>Для затрат на ТИ</i>						
Прямой эффект	0,359*** (0,073)	0,359* (0,073)		0,357*** (0,072)	0,359*** (0,074)	
Косвенный эффект	0,087 (0,089)	0,212 (0,396)		0,108 (0,095)	0,375 (0,443)	
Общий эффект	0,446*** (0,127)	0,571 (0,396)		0,465** (0,137)	0,734 (0,495)	
<i>Для доли занятых с ВО</i>						
Прямой эффект	0,326 (0,373)	0,249 (0,451)		0,298 (0,370)	0,232 (0,447)	
Косвенный эффект	0,071 (0,144)	-0,298 (0,985)		0,085 (0,159)	-0,769 (1,099)	
Общий эффект	0,398 (0,474)	-0,049		0,383 (0,493)	-0,537 (0,972)	
R ²	0,3871	0,4251	0,7278	0,3941	0,4260	0,7280

Окончание табл. 6.2

	1	2	3	4	5	6	7
Классический тест (тест Анселина) на существование пространственного лага в зависимой переменной (H_0 =Spatial lag dependent variable has no spatial autocorrelation)		0,1165 (0,7329)	0,2173 (0,6411)	2,9266 (0,0873)	0,3170 (0,5734)	0,1080 (0,7424)	3,3630 (0,0667)
Тест Барриджа на существование пространственного лага в ошибке (H_0 =Error has no spatial autocorrelation)		0,3742 (0,5407)	0,0000 (0,9982)	2.2521 (0,1334)	0,5074 (0,4763)	0,0692 (0,7925)	2,2359 (0,1348)
Робастный тест на существование пространственного лага в зависимой переменной (H_0 =Spatial lag dependent variable has no spatial autocorrelation)		0,2354 (0,6276)	3,5694 (0,0589)	0.7398 (0,3897)	0,0257 (0,8726)	4,9826 (0,0262)	1,1410 (0,2854)
Робастный текст на существование пространственного лага в ошибке (H_0 =Error has no spatial autocorrelation)		0.4931 (0,4826)	3,3581 (0,0671)	0.0693 (0,7924)	0,2161 (0,6420)	4,9438 (0,0256)	0,0140 (0,9059)
Число наблюдений		960	960	960	960	960	960
Число групп		80	80	80	80	80	80
Выбор модели		OLS			OLS		

Примечание: * – пространственные эффекты Wx и оценка эффектов приводится для факторов производства.

Таблица 6.3

ПФЗ для когнитивной близости:
зависимая переменная – «доля инновационных продуктов и услуг в ВРП», 2005–216 гг.

Описание модели	SAR (Модель 2.1)	SDM (Модель 2.2)	SPGMM (Модель 2.3)	SAR (Модель 2.4)	SDM (Модель 2.5)	SPGMM (Модель 2.6)
	Матрица когнитивной близости 2005			Матрица когнитивной близости 2016		
1	2	3	4	5	6	7
Факторы производства						
Затраты на технологические инновации, доля в ВРП (%)	0,355*** (0,071)	0,357*** (0,071)	0,796*** (0,034)	0,357*** (0,070)	0,354*** (0,071)	0,802*** (0,034)
Доля занятых с высшим образованием, %	0,331 (0,379)	0,274 (0,470)	-0,056 (0,258)	0,388 (0,382)	0,254 (0,466)	-0,046 (0,257)
Контрольные переменные						
Доля занятых в возрасте 15–30 лет	-0,298 (0,629)	-0,684 (0,674)	-0,119 (0,441)	-0,306 (0,618)	-0,656 (0,684)	-0,113 (0,441)
Доля занятых в сельском хозяйстве	-0,364 (0,352)	-0,292 (0,427)	-0,069 (0,070)	-0,387 (0,358)	-0,305 (0,416)	-0,063 (0,070)
Константа			1,424 (1,902)			1,374 (1,896)
Пространственный компонент – $Wx(a)^*$						
Затраты на технологические инновации, доля в ВРП (%)		-0,090 (0,324)			-0,134 (0,290)	
Доля занятых с высшим образованием, %		0,316 (0,883)			0,847 (0,863)	

Продолжение табл. 6.3

	1	2	3	4	5	6	7
Доля занятых в возрасте 15–30 лет			3,903** (1,952)			3,587* (1,997)	
Доля занятых в сельском хозяйстве			-1,270 (0,806)			-1,000 (0,798)	
Коэффициент пространственной автокорреляции (ρ)		0,126 (0,141)	0,089 (0,096)		0,065 (0,154)	0,005 (0,312)	
Оценка эффектов							
<i>Для затрат на ТИ</i>							
Прямой эффект		0,358*** (0,073)	0,359* (0,073)		0,360*** (0,072)	0,357* (0,073)	
Косвенный эффект		0,062 (0,073)	-0,085 (0,352)		0,035 (0,070)	-0,147 (0,292)	
Общий эффект		0,420*** (0,115)	0,275 (0,394)		0,395*** (0,108)	0,210 (0,334)	
<i>Для доли занятых с ВО</i>							
Прямой эффект		0,318 (0,365)	0,259 (0,451)		0,375 (0,368)	0,239 (0,448)	
Косвенный эффект		0,049 (0,110)	0,462 (0,998)		0,027 (0,099)	0,937 (0,916)	
Общий эффект		0,367 (0,434)	0,721 (0,882)		0,401 (0,407)	1,176 (0,786)	
R ²		0,3751	0,3661	0,7254	0,3690	0,3874	0,7284

Окончание табл. 6.3

	1	2	3	4	5	6	7
Классический тест (тест Анселина) на существование пространственного лага в зависимой переменной (H_0 =Spatial lag dependent variable has no spatial autocorrelation)		3,8850 (0,0487)	3,3934 (0,0655)	0,9352 (0,3335)	2,0464 (0,1526)	1,0750 (0,2998)	0,6018 (0,4379)
Тест Барриджа на существование пространственного лага в ошибке (H_0 =Error has no spatial autocorrelation)		3,6074 (0,0575)	2,6027 (0,1067)	1,8058 (0,1790)	1,7319 (0,1882)	0,7453 (0,3880)	1,0233 (0,3117)
Робастный тест на существование пространственного лага в зависимой переменной (H_0 =Spatial lag dependent variable has no spatial autocorrelation)		0,3760 (0,5398)	0,8941 (0,3444)	0,0811 (0,7759)	0,3198 (0,5717)	0,4914 (0,4833)	0,0449 (0,8322)
Робастный текст на существование пространственного лага в ошибке (H_0 =Error has no spatial autocorrelation)		0,0983 (0,7538)	0,1033 (0,7479)	0,9516 (0,3293)	0,0053 (0,9420)	0,1617 (0,6876)	0,4663 (0,4947)
Тест отношения правдоподобия (LR test) (H_0 = smaller model is best, assumption model 1 is nested in model 2)		6,19 (0,3628) SAR					
Число наблюдений		960	960	960	960	960	960
Число групп		80	80	80	80	80	80
Выбор модели		SAR			OLS		

Когнитивная близость

В таблице 6.3. представлены данные о положительном влиянии когнитивной близости на VIPS. Напомним, что мы определяем когнитивную близость с помощью матрицы возможностей патентования в российских регионах. Модель SAR для 2005 года (модель 2.1), согласно результатам классических тестов LM, обнаруживает наличие пространственных лагов в зависимой переменной, а зависимость в пространственной ошибке лежит на границе значимости. Le Sage и Pace [Le Sage and Pace, 2009] рекомендуют в подобной ситуации использовать тест LR для сравнения модели SAR и SDM для выявления наиболее подходящей спецификации. Нулевая гипотеза о том, что SAR является наилучшей спецификацией, подтверждается.

Модели с матрицей когнитивной близости для 2016 г. не обнаруживает пространственных зависимостей, оптимальной моделью является панельная регрессия МНК.

Модель 2.1 демонстрирует, что влияние расходов на ТИ является значимым (0,355), в то время как влияние ЧК оказывается незначимым. Важно и то, что в модели 2.1 прямые и общие эффекты для расходов на ТИ также значимы. Значение прямого эффекта для ТИ свидетельствует о том, что собственные внутренние расходы региона на производство знаний увеличиваются благодаря расположению в высоко инновационных областях. Эффект обратной связи, который рассчитывается как разница между прямым эффектом и коэффициентом расходов на ТИ, составляет 0,03 (0,358–0,355) или 0,9%.

Косвенный эффект интерпретируется как влияние изменения элемента экзогенной переменной на зависимую переменную всех других регионов, то есть в нашем случае как влияние расходов ТИ в других регионах на ВРП интересующей области. Для случая матрицы когнитивной близости за 2005 г. косвенный эффект не был значимым, поскольку расходы на ТИ из других регионов не влияют на долю VIPS в ВРП в регионе. Другими словами, перетоков знаний практически не существует.

Значение пространственного коэффициента авторегрессии (ρ) в модели с пространственным автокорреляционным лагом, которая измеряет силу пространственной зависимости, составляет 0,126 в модели 2.1. Его значение ниже коэффициента, который

измеряет сила пространственного (географического распространения) в европейской выборке [Usai, 2011; Marrocu et al., 2013]. Мы не смогли найти другие публикации, которые предоставляют информацию об оценках для случая когнитивной близости.

Наш эконометрический анализ показывает, что в российских регионах обеспеченность ЧК, индикатором которой в модели выступает доля занятых с высшим образованием в общем числе занятых, в настоящее время не влияет на VIPS. Не является статистически значимым и коэффициент при переменной ЧК в модели 2.1. Этот результат, наряду со статистически незначимым коэффициентом для контрольной переменной «доля занятого населения в возрасте 15–30 лет», подчеркивает, что уровень знаний и профессиональный опыт работников, креативность и возможность обмена новым в настоящее время не оказывают влияние на производство инновационных продуктов и услуг.

Анализ таблицы 6.3 позволяет сделать вывод о частичном подтверждении гипотезы H2: когнитивная близость оказывает существенное положительное влияние на создание знаний (долю инновационной продукции и услуг в ВРП) в российских регионах, обеспечивая общую базу знаний и гарантируя наличие высокой поглощающей способности для положительного перетока затрат на технологические инновации.

Географическая близость

Расчеты по моделям SAR и SDM для матрицы географической близости на основе расстояний между административными центрами 80 регионов РФ указали на значимость географической близости при создании нового знания. Коэффициенты пространственной автокорреляции ρ составили 0,3 для SAR и 0,24 для SDM и были значимы на 5% и 1% уровне соответственно¹. Как и в случае двух других видов близости основным предиктором доли инновационной продукции в ВРП являлись затраты на технологические инновации.

¹ Расчеты предоставляются авторами по запросу.

6.4. Выводы и практические рекомендации

В данной главе оценивались отдельные виды непространственных связей в производстве знаний в российских регионах в рамках аппарата пространственной эконометрики. В формулировке ПФЗ, которая учитывает различные типы близости, авторы дают количественные оценки влияния технологических инноваций и расходов и человеческого капитала на объем инновационных продуктов и услуг, включая прямые и косвенные последствия. Насколько нам известно, это первое исследование различных типов близости и их влияния на создание знаний для России.

Пространственная модель авторегрессии (SAR), пространственная модель Дурбина (SDM) и модель панели пространственных ошибок (SPGMM) были построены для 80 российских регионов в 2005–2016 гг. Были рассчитаны различные спецификации моделей для технологической и когнитивной близости. Сравнение моделей с использованием множителей Лагранжа и тестов отношения правдоподобия показало, что наиболее подходящей моделью для технологической близости была модель МНК без учета пространственных факторов, тогда как модель SAR была наиболее подходящим выбором для спецификаций с когнитивной близостью. На основании результатов гипотеза H1 не подтвердилась, а гипотеза H2 подтвердилась частично.

В настоящее время технологическая близость в разных регионах не является предиктором создания знаний в российских регионах (гипотеза 1 была отвергнута). Вероятным объяснением этого являются огромные расстояния между технологически сходными регионами (например, расстояние между Ленинградской и Новосибирской областями, специализирующимися на производстве, составляет более 3000 км). Другое возможное объяснение – ограниченное финансирование для внедрения заимствованных технологий и для сотрудничества между предприятиями в разных регионах.

Когнитивная близость способствует созданию знаний в России. Поскольку когнитивная близость предполагает набор навыков и компетенций, связанных с общей базой знаний, она усиливается за счет бесплатной передачи патентов, владельцами кото-

рых являются государственные исследовательские учреждения, предприятиям в различных регионах.

В рамках структурно-технологической близости мы обнаруживаем, что роль ЧК в создании нового знания в российских регионах ограничена. В наилучших (адекватных) спецификациях для каждого вида близости коэффициенты при переменных «доля занятых с высшим образованием» и «доля занятых в возрасте 15–30 лет» оказались незначимыми. Недавнее исследование показало большое несоответствие между образованием и навыками российской рабочей силы и типом работы, которую выполняют россияне: 50% рабочей силы в России могут применять свои знания на работе, тогда как другая половина выполняют функции, которые не имеют ничего общего с их образованием [Mass Uniqueness, 2019]. Российские фирмы не пользуются потенциальными преимуществами, которые молодые творческие способности имеют для создания знаний. Новая политика на рынке труда необходима для того, чтобы образование и опыт населения учитывались при создании знаний.

Настоящее исследование подчеркивает важность развития и улучшения каналов для обмена знаниями. В случае России фирмы и исследовательские институты должны активно использовать возможности пространственного перетока знаний, такие как совместные исследования и конференции, форумы и реализация крупных интеграционных проектов при содействии Российской академии наук и региональных администраций. В целом по России в настоящее время особое внимание уделяется активизации инновационной деятельности Ассоциации инновационных регионов России, в которую входят 16 субъектов региона из разных федеральных округов

Чтобы технологическая близость стала определяющим фактором создания знаний в регионах и положительно сказалась на объеме производства инновационных товаров и услуг, мы рекомендуем тесную коллаборацию фирм, объединенных в холдинги. Такие холдинги существуют сегодня, например, в авиастроении, нефтедобыче и производстве электроэнергии. Кроме того, технологическое сотрудничество может быть результатом совместных проектов государственных корпораций с научными институтами РАН и активной коллаборации в рамках Националь-

ной технологической инициативы, государственном проекте по продвижению НИОКР и разработке новых технологий исследовательскими центрами.

Большую роль в передаче знаний между предприятиями как внутри региона, так и в других регионах с аналогичной специализацией могут сыграть на федеральном уровне Министерство экономического развития, Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП), а на региональном уровне – торговые палаты, форумы с инвесторами и бизнесменами.

Наши дальнейшие исследования будут связаны с анализом и эконометрическим моделированием других форм непространственной близости и включением новых контрольных переменных, связанных с ЧК, таких как, например, капитал здравоохранения.

В заключение можно сказать, что полученные результаты могут быть использованы для разработки политики, направленной на формирование новых партнерских отношений, интеграционных проектов и региональных программ, а также для совершенствования текущих стратегий инновационного развития в субъектах Российской Федерации и мегарегионах России.

Глава 7

ТРЕНДЫ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ И ПЕРЕТОКИ ЗНАНИЙ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Экономический рост регионов как открытых систем существенно зависит от нематериальных факторов производства, в том числе локальных и внешних знаний [Lundvall, 1985; Freeman, 1987; Lucas, 1988; Romer, 1990; Barro and Sala-i-Martin, 1995; Griliches, 1992; Anselin, Varga, Acs, 1997; Crescenzi, 2013; Marrocu et al., 2013; Jaffe, 1986, Audretsch and Feldman, 1996]. Знания создаются и накапливаются в ходе исследований и разработок, которые финансируются из различных источников, а затем используются в фирмах регионов. Д. Одретч и М. Фелдман [Audretsch and Feldman, 1996] показали, что в экономике происходит кластеризация экономической деятельности в тех отраслях промышленности и в тех регионах, в которых происходят активные процессы генерации знаний за счет трех источников знаний: высококвалифицированной рабочей силы, научных исследований и разработок (НИР) и фундаментальных исследований. *Переток знаний* (ПЗ) происходит в форме открытой передачи (или продажи) востребованных знаний от их обладателей фирмам и регионами. Это явление присуще региональной экономике, поскольку, в частности, вызвано неоднородностью размещения исследовательских центров.

Близость источников производства знаний, плотность их размещения в пространстве – важные условия, которые создают предпосылки для ПЗ. В частности, ПЗ рассматривается как косвенный (внешний по отношению к региону) фактор роста, порождаемый вложениями в исследования и разработки одних фирм или регионов, а затем полученные результаты в виде новых технологий или патентов могут повлиять на экономику других фирм и регионов, осуществляемые по разным каналам [Мейсснер, 2012; Caragliu and Nijkamp, 2015; Межсекторальная мобильность, 2015].

Оценки вклада ПЗ в экономический рост регионов или в отдельные показатели продуктивности производства знаний (патен-

ты, объем инновационной продукции) с учетом географической (пространственной) близости обсуждались в Разделе 1. Собственные оценки влияния географической близости на темпы экономического роста даны авторами в Разделе 2.

Помимо географической и технологической близости, как отметил Р. Бошма, на восприятие знаний в регионах, их адаптацию к местным условиям продуктивно влияют и другие виды *непространственной близости*: когнитивная, организационная, социальная, институциональная, которые присущи познавательной функции знаний и человеческому капиталу [Boschma, 2005]. Непространственные близости, как показано С. Бреши и Ф. Лисоне, часто обеспечивают движение потоков знаний в сетях независимо от географического расстояния и способствуют использованию «отдаленных» знаний [Breschi and Lissoni, 2005].

Ведется дискуссия, какой вид близости между регионами более значим для роста экономики. В моделях пространственной эконометрики проверено, что на экономический рост регионов влияет не только географическая близость, но и многие виды непространственной близости, которые позволяют более эффективно адаптировать знания и технологии извне [Anselin, Varga, Acz, 1997; Crescenzi, 2013; Marrocu et al., 2013; Moreno et al., 2005; Autant-Bernard and Le Sage, 2011]. В современных работах, непосредственно относящихся к учету *технологической близости*, приведены результаты анализа влияния пространственной агломерации (концентрации) на инновационную деятельность. В частности, Р. Морено показал для широкого круга производств, что технологическая близость сама по себе не влияет на инновационную деятельность, если только она не связана с географической близостью [Moreno et al., 2005].

Результаты исследования А. Караглиу и П. Ниджкампа [Caragliu and Nijkamp, 2015], также выявили разнообразие и неоднородность влияния ПЗ между регионами ЕС, произошедших благодаря географическим, социальным, когнитивным и технологическим каналам близости, которые максимизируют отдачу местных инвестиций в зависимости от уровня местной абсорбционной способности знаний. Актуальность этих исследований возрастает в контексте пространственного развития разных стран мира и глобального перетока знаний.

В России проблематика связи перетоков знаний и видов близости еще не получила заметного теоретического и эмпирического исследования. Авторы частично восполняют этот пробел в рамках главы 6.1 и настоящей главы.

Обобщенное представление о моделировании и эмпирическом анализе связей экономического роста, материальных и нематериальных факторов производства, перетоков знаний, которые вызваны различными видами близости регионов, показано на рис. 7.3. В связи с этим в главе 7 уделим основное внимание структурно-технологической близости как виду непространственной близости и методам ее измерения.

Развивается методология измерения перетоков знаний, вызванных пространственной и непространственной близостью, которую разработали А. Лос, Р. Крещенци, Е. Марокку, А. Карагли и П. Ниджкамп. Мы предлагаем еще один способ измерения технологической близости, назвав ее *структурно-технологической близостью (СТБ)*. Она базируется на учете структуры хозяйства региона по видам экономической деятельности, а не на распределении патентов по технологическим классам, как в [Marrocu et al., 2013].

Целью главы 7 является разработка методического подхода к измерению и визуализации пространственной и непространственной близости, влияющих на ПЗ между регионами и апробация приемов картографической визуализации структурно-технологической близости регионов РФ.

Картографическая визуализация разных видов близости – это отдельная задача исследования, поскольку ее решение позволяет, во-первых, выявить ближних или дальних соседей для какого-то региона в смысле физической близости, во-вторых, отобразить типологию близких регионов по технологической специализации и структуре производств, между которыми могут возникнуть ПЗ. Особенно благоприятные предпосылки для перетока знаний, по-видимому, могут возникнуть при взаимодополняемости географической и структурно-технологической близости.



Рис. 6.3. Место разных видов близости и перетоков знаний в схеме моделирования факторов, влияющих на экономический рост

Непространственная близость – это близость, измеренная не в единицах физического расстояния между регионами, а в мерах «сходства/близости» показателей экономического пространства, институционального устройства и др. А. Карагли и П. Ниджкамп полагают, что непространственная близость, независимо от расстояния, усиливает производство и адаптацию знаний за счет интеграции разных причин [Caragliu and Nijkamp, 2015]. Их классификация дополняет, развивает более ранние работы, сопоставляющие географическую близость регионов и другие предпосылки ПЗ (например, схожую специализацию), и взаимосвязано описывает отдельные виды близости. Сопоставления значимости влияния разных форм близости в европейских странах показали, что зачастую, если географическая близость сопряжена с непространственной близостью, то она способствует созданию инновационных кластеров и других интеграционных форм передачи знаний в регионах-соседях.

В главе 6 были даны определения непространственных видов близости, а именно, организационной, технологической, институциональной и когнитивной. В этой главе авторы вводят понятие структурно-технологической близости. Структурно-технологическая близость регионов (СТБ) – это разновидность *технологической близости*, которая обеспечивает распространение знаний между людьми, которые используют один и тот же научный язык или разделяют одну и ту же технологическую парадигму [Crescenzi, 2013; Caragliu and Nijkamp, 2015; Los, 2000; Moreno et al, 2005], и одновременно учитывает структуру экономической деятельности. Если два региона имеют похожую структуру отраслевых секторов экономики, то их научно-технические проблемы весьма схожи, и поэтому новые знания, полученные за пределами региона, будут поняты, более эффективно расшифрованы и легче переведены в практику путем обмена опытом прежде всего между технологически близкими регионами. Технологическая близость способствует развитию знаний путем перекрестного оплодотворения идей в диверсифицированной экономике. Когнитивная и технологическая близости в большей степени возникают на основе сходства в структуре промышленной и экономической деятельности, близости научных парадигм, связанности этапов познания и технического поиска. Ожидается, что ученые и инженеры получают больше пользы от тех, кто работает в той же или смежной технологической области независимо от географического расстояния.

7.1. Методология измерения и визуализации структурно-технологической близости

Выше технологическая близость регионов была нами охарактеризована на качественном уровне. Переток знаний между регионами (не обязательно географически близкими) может возникнуть, если в структуре хозяйства обоих регионов существуют отрасли, выпускающие одинаковую продукцию (например, самолетостроение и т.д.). В целом структура хозяйства региона может быть оценена технологическим индексом. Например, в качестве такого показателя может быть использован индекс Хиршендаля-Хиршмана, который показывает склонность регионов к специализации и/или диверсификации производства, и то, на-

сколько каждая из этих форм организации производства в регионе может повлиять на экономический рост [Унтура и др., 2019].

В эмпирических исследованиях предлагались разные формулы для количественной оценки уровня технологической близости.

В данном разделе нами предложен оригинальный способ оценки показателя структурно-технологической близости регионов, основанный на доле конкретной экономической деятельности в общем объеме валовой добавленной стоимости [Пешина, Авдеев, 2013]. Хотя в этом случае мы не рассматриваем объемы физического производства отраслевых секторов и виды конкретных технологий¹, но предполагаем, что валовая добавленная стоимости в регионе формируется *как по технологической причине* (отрасли разных технологических укладов), так и по *экономической причине* (разная отраслевая рентабельность продукции). Кроме того, прибыль выступает источником потенциальных инвестиционных ресурсов, которые в свою очередь, могут быть привлечены для дальнейшего развития технологий и инноваций в каждом из секторов. Для повышения конкурентоспособности и получения прибыли предприятия стремятся к обновлению и модернизации технологий, привлечению интеллектуального персонала. Показатели удельного веса аграрных, ресурсных, обрабатывающих производств и др. видов в структуре экономической деятельности имеют конкретный отраслевой контекст для перетока знаний, поскольку их наукоемкость различается.

Ранее в главе 6 в формуле (44) было введено описание TR_{ij} элемента матрицы структурно-технологической близости (СТБ). В данном исследовании мы рассчитываем элементы матрицы, затем выбираем для анализа, например, столбец j матрицы для конкретного региона j . Нами выбрана j = Новосибирская область

¹ Оценки технологического уровня производств многогранны и могут проводиться по различным методикам. В обобщенном смысле С.А. Березиков определяет технологию как процесс для преобразования входящих затрат труда, материалов, капитала, энергии и информации в выходящую возросшую стоимость [Березиков, 2015]. Мы использовали федеральную статистику по валовой добавленной стоимости в разрезе агрегированных отраслевых секторов экономической деятельности, дающую возможность количественно учесть технологический уровень для расчетов коэффициентов матрицы структурно-технологической близости.

как объект визуализации СТБ, по отношению к ней рассчитывались оценки близости по регионам РФ. Затем TP_{ij} для Новосибирской области программными средствами «наносим» на географическую карту РФ. Эта процедура выполнена с помощью программного пакета¹.

Визуализация. Для графического изображения структурно-технологической близости регионов принимаем, что коэффициент матрицы СТБ $TP_{ij}=1$, когда регион $i=j$, т.е. они максимально близки согласно формуле (44). Аналогично рассуждая, для регионов с индексами $i \neq j$ элементы матрицы будут представлять собой оценку близости $TP_{ij} \neq 1$ между регионом i и j . Чем ближе значение коэффициентов TP_{ij} к 1, тем ближе регионы i и j структурно-технологически (см. Приложение 1), что наглядно изображается на карте разными цветами, соответствующими разным интервалам близости.

Методические приемы, позволяющие измерять и визуально представлять различные виды близости регионов с помощью картографических изображений, выполняются в несколько этапов.

1. *Выбор показателя*, по которому необходимо выявить конкретный вид близости региона (расстояние, специализация, типы организационных форм, сектора отраслей, классы патентов и т.д.).

2. *Обоснование метрики расстояния близости* для выбранных показателей.

3. *Выбор форм близости* (географическая, технологическая, и т.д.).

4. *Построение матриц близости W*.

5. *Определение совокупности регионов* (перечень объектов и выбор карты с детализацией регионов в административных границах). Это могут быть федеральные округа РФ, субъекты федерации РФ, муниципальные образования в рамках отдельных областей, республик, краев.

6. *Картографическая визуализация типологии на основе коэффициентов матрицы близости W и выдвижение гипотез.*

¹ Программный комплекс «ПАВИСЭР-М»: а.с. № 2017612641 Рос. Федерация / Г.А. Унтура, И.Д. Зайцев, Т.Н. Есикова (RU); правообладатель: Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук (ИЭОПП СО РАН) (RU). – № 2016662849; заявл. 25.11.2016; опубл. 20.03.17, Официальный бюллетень. Бюл. 2017 № 3, 2017. – 1 л.

Выполнение этапов 3–5 сопряжено с подбором показателей и разработкой конкретных формул для количественной оценки коэффициентов близости в матрице W . Например, для оценки силы связи технологической близости регионов Е. Марокку и соавторы [Maggosi et al., 2013], учли структуру распределения патентов по отдельным технологическим классам.

На карты можно наносить значения интегральных индексов развития регионов. Так, Г.Б. Клейнер, М.А. Рыбачук рассчитали индекс системной сбалансированности субъектов РФ, федеральных округов и страны по структуре валового регионального продукта согласно общей классификации видов экономической деятельности (ОКВЭД), а затем привели картографическое представление индекса по регионам [Клейнер, Рыбачук, 2019].

Наши примеры измерения и визуализации касаются оценок пространственной и структурно-технологической близости конкретного субъекта РФ по отношению к остальным регионам страны.

Выдвигаем рабочие гипотезы о том, что типологии наглядно покажут: Н1 – пространственная близость и СТБ субъектов РФ существенно различаются; Н2 – структурно-технологическая близость регионов меняется во времени и усиливается для инновационно-развитых диверсифицированных регионов.

Данные. Структура экономической деятельности представлена по укрупненной классификации секторов ОКВЭД для 80 регионов РФ [Регионы России, 2016] и включает: сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство (разделы А–В); добыча полезных ископаемых (раздел С); обрабатывающие производства (раздел D); услуги, относящиеся к сфере услуг и нематериального производства, включенные в разделы (Е–Q). Объектом картографической визуализации пространственной и технологической близости выбрана Новосибирская область, которая на карте имеет значение 1, так как $TP_{ij}=1$. Однако соответствующую типологию можно изобразить на карте для любого субъекта РФ.

7.2. Основные результаты расчетов матрицы структурно-технологической близости для регионов РФ

Нами были рассчитаны: матрица географической близости, используя информацию о географической доступности субъектов России, и рассчитаны две матрицы СТБ для 80 регионов РФ по структуре 15 секторов в ОКВЭД по показателю валовой добавленной стоимости для визуализации типологий пространственной и непространственной близости в 2005 и 2016 гг. (см. (44)).



Рис. 7.2. Карта типологии географической близости субъектов РФ к Новосибирской области, 2016.

Типология географической близости. Как видно из легенды рис. 7.2, наиболее близко географически к Новосибирской области расположены Томская, Кемеровская области, Алтайский край. В ареал прямого пограничного соседства входит также Омская область, хотя она физически чуть более отдалена, чем вышеупомянутые регионы. Красноярский край хотя и не является регионом-соседом, но он также близок к НСО, находясь на аналогичном расстоянии как соседние сибирские регионы – Омская область и Республика Алтай. Очевидным образом, все европейские субъекты РФ достаточно отдалены от Новосибирской области так

же, как и часть регионов Севера и Востока. Поэтому многие региональные научные центры СО РАН естественно создавались в ареалах географической близости от крупного мощного центра Сибири – Новосибирского научного центра, откуда шел естественный переток знаний и кадров в такие города как Омск, Томск, Барнаул, Красноярск, Иркутск. Карта географической близости неизменна по годам, учитывая устойчивость административных границ.

Гипотеза Н1 о несовпадении типологий пространственной и технологической близости Новосибирской области подтверждена для 2005 и 2016 гг., что будет наглядно показано далее.

Структурно-технологическая близость. В соответствии с формулой (44) рассчитаны коэффициенты матрицы структурно-технологической близости для 2005 и 2016 гг. Столбцы матрицы СТБ для Новосибирской области помещены в Приложение 1. Коэффициенты данных столбцов являются количественной мерой структурно-технологической близости. Они показывают, например, что в 2016 г. по отношению к Новосибирской области, в Сибири к ней ближе по структуре видов экономической деятельности Иркутская область (0,689), чем Тыва (0,451), хотя по географической близости эти регионы находятся примерно на одинаковом расстоянии от Новосибирска.

Далее был рассчитан коэффициент среднего значения столбца СТБ для близости Новосибирской области ко всем остальным регионам РФ. Он послужил статистическим ориентиром¹ для интервалов в типологии для 2005 и 2016 гг. Например, в 2016 г. среднее значение СТБ составило 0,68. Для визуализации регионов по СТБ относительно Новосибирской области в 2016 г. были созданы 6 интервалов:

[1,0–0,86] – регионы, наиболее структурно-технологически близки к Новосибирской области;

¹ Для картографического изображения нами принято, что коэффициенты СТБ находятся в диапазоне от 1 – *max* значение близости, до 0 – *min* значение (теоретически означающие отсутствие близости), хотя расчетные коэффициенты границы самого нижнего интервала всегда выше 0. Затем вычисляем среднее значение коэффициента СТБ по всем регионам относительно Новосибирской области и строим границы шести интервалов для 2016 г, по формуле: 0,68 (среднее значение) \pm N * стандартное отклонение, где предусмотрены три интервала, т.е. N=1,2,3.

[0,85–0,76] – регионы, в которых коэффициент СТБ для близости с Новосибирской областью значительны выше, чем в среднем по стране;

[0,75–0,68] – регионы, в которых СТБ с Новосибирской областью выше среднего уровня;

[0, 67–0,59] – регионы, в которых СТБ с Новосибирской областью приближается к среднему уровню;

[0,58,0–0,50] и [0,49–0,00] – регионы, в которых коэффициент СТБ с Новосибирской областью существенно ниже среднего уровня, и тем самым он наиболее отдален технологически по набору видов экономической деятельности от Новосибирской области.

Как видно на рис.7.3 в 2005 г. наиболее близкими регионами с Новосибирской областью по значению СТБ в диапазоне [1–0,86] оказались 5 регионов РФ: Хабаровский край (0,89), Пензенская область (0,88), Иркутская (0,87) и Курганская области (0,87), Ульяновская область (0,86), т.е. не ближайшие соседние регионы по Сибири.



Рис. 7.3. Карта типологии структурно-технологической близости субъектов РФ для Новосибирской области, 2005 г.

В типологию регионов, которые демонстрируют высокое значение СТБ с Новосибирской областью (заметно превышающее среднее значение оценки), вошло большинство субъектов Европейской части РФ, а в Сибири – это Кемеровская область, Хака-

сия и Забайкальский край, и напротив «технологически отдаленные» регионы ресурсной специализации Урала и Северо-Востока Сибири. Можно предположить, что вследствие специализации, в основном, в перерабатывающих производствах и сфере услуг, возможность ПЗ скорее окажется высока с большинством европейских, хотя и отдаленных регионов, чем с географически близкими сибирскими регионами-соседями. В другую типологию с показателем СТБ, также умеренно превышающим среднее значение, вошли регионы-соседи Новосибирской области – Томская, Омская области, Алтайский край и некоторые другие субъекты Сибири (Красноярский край, республика Тыва), между которыми потенциально возможен ПЗ в связи с заинтересованностью в технологических знаниях, прежде всего в обрабатывающих производствах.

Таким образом, можно предположить, что похожая структура отраслевой специализации в отдельных регионах РФ повышает возможность перетока знаний между регионами независимо от географической близости (рис. 7.3–7.4).

Кроме того, нами были построены типологии регионов по СТБ для крайних лет десятилетнего периода. Заметно, как типологии изменились во времени. Если сравнить оценки для 2005 и 2016 гг. (см. рис. 7.3–7.4), то наглядно видно, как изменился состав регионов, близких технологически к Новосибирской области, которые обозначены в легенде рис. 7.3–7.4 различным фоном (от темных до светлых тонов). Таким образом *гипотеза H2* о том, что СТБ регионов *меняется во времени и усиливается* для инновационно развитых диверсифицированных регионов, подтверждена.

Отметим, что по сравнению с совокупностью регионов, имеющих высокую оценку СТБ (схожую с Новосибирской областью) в 2005 г., в 2016 г. уменьшилось число регионов европейской части. Однако позитивным моментом, на наш взгляд, явилось то, что г. Санкт-Петербург стал европейским субъектом РФ, вошедшим в типологию с наивысшей оценкой близости по отношению к Новосибирской области. Появилась более ярко выраженная технологическая близость Новосибирской области к Татарстану, Свердловской области, Приморскому краю, а также к сибирским соседям: Омской, Томской области (Приложение 1).

Видимо, на возникновение структурно-технологической близости между регионами с крупными городами, сказывается эффект агломерации, соединение науки и производства, сочетание сферы высокотехнологичных услуг и развития традиционных отраслей. Хорошо известно, что Новосибирск является центром науки и многих обрабатывающих производств, также как Москва, Санкт-Петербург и ряд городов Поволжья, Урала и Дальнего Востока.



Рис. 7.4 Карта типологии структурно-технологической близости субъектов РФ для Новосибирской области, 2016 г.

Однако в 2016 г. более резко обозначилась разница в структуре экономической деятельности Новосибирской области и отдельных ресурсных регионов. Вместе с тем это не означает, что Новосибирская область не готова организовать перетоки знаний в регионы ресурсной специализации. Направления ПЗ в конечном счете определяются конкретными технологическими потребностями регионов и возможностью конкурирующих регионов удовлетворять спрос на знания в области фундаментальных исследований разной направленности и междисциплинарности. В Новосибирске сложились отдельные каналы ПЗ (интеграционные проекты, технологические платформы и др.) благодаря контактам региональных отделений РАН и отдельных предприятий, корпораций. Известен пример подготовки научных заделов для техно-

логического и экономического освоения Арктики силами институтов СО РАН.

Таким образом для Новосибирской области, занимающей срединное географическое положение в стране и имеющей диверсифицированное производство и высокий коэффициент СТБ, в качестве устойчивого тренда возможно возникновение каналов ПЗ со многими европейскими регионами России и некоторыми регионами Урала и Дальнего Востока, как это визуально зафиксировано на картах (рис.7.3–7.4), а не только с ближайшими сибирскими соседями (см. рис. 7.2).

Аналогичные «персональные карты» визуализации потенциала перетока знаний по различным видам непространственной близости могут быть построены для любого субъекта РФ.

7.3. Обсуждение и выводы

В настоящей главе предложен авторский подход к измерению и визуализации пространственной и непространственной близости. Описаны этапы оценки и визуализации различных видов близости регионов. На примере Новосибирской области показаны методические приемы визуализации географической и структурно-технологической близости. Сравнены типологии на основе коэффициентов матрицы СТБ регионов России для 2005 и 2016 гг., рассчитанных по показателю «доля валовой добавленной стоимости по секторам ОКВЭД». Тренд характеризует группы регионов, в которых близость по СТБ к Новосибирской области выступает как необходимое (потенциальное), но еще не достаточное условие для устойчивых каналов перетоков знаний между регионами одного типа или близких к ним.

Схожая структура отраслевых производств Новосибирской области и многих европейских регионов РФ, с одной стороны, предопределена историческим размещением крупных предприятий в сфере обрабатывающей промышленности в крупных и средних городах РФ. С другой стороны, вследствие изменения рыночного спроса, внешних угроз и санкций происходит диверсификация производств, расширяется разнообразие ситуаций, в которых возникают ПЗ. Новосибирская область и в 2005 г., и в 2016 г. находится в группе регионов, где есть крупные города,

научные центры мега регионов или агломераций, в которых размещены обрабатывающие производства и сфера высокотехнологичных услуг. Она способна стать донором знаний и для ресурсных регионов страны.

Однако, необходимо понимать, что инновационное развитие регионов сопровождается как кооперация, так и конкуренция. Кооперация часто идет в форме открытых инноваций при наличии адаптационных возможностей (близость по типу социальных сетей, организационных форм и культурных ценностей), позволяющих одним регионам использовать (абсорбировать) знания, произведенные в других регионах. Конкуренция, напротив, ограничивает ПЗ между фирмами с однотипной продукцией в регионе и за его пределами. Потенциал перетока знаний между регионами может быть высок, но реальный ПЗ будет зависеть от рыночной конъюнктуры и действенности отдельных каналов перетока знаний.

Дальнейшее развитие наших исследований предполагает уточнение набора показателей уровня технологического развития региона, метрик расстояний, формул для расчета коэффициентов близости, проверку статистическими и эконометрическими методами гипотез о силе влияния различных форм непространственной близости на экономический рост.

Пространственное обустройство любой страны является важным направлением экономической политики государства, включая межрегиональный обмен знаниями [Татаркин, 2016]. Организация перетоков знаний становится, в частности, элементом политики научно-технического и инновационного развития регионов, которая имеет особенности в каждом регионе.

По нашему мнению, прослеживаются устойчивые тенденции для потенциальных перетоков знаний в России из крупных научных центров на периферию, а также между регионами европейской и восточной части страны. Выводы проведенного исследования пересекаются с предложениями о поддержке территорий инновационного развития и инновационных кластеров, выдвинутыми в Стратегии пространственного развития до 2025 г. [Стратегия, пространственного развития, 2019]. В ней намечены перспективы стабилизации роста макро регионов за счет создания региональных инвестиционных площадок в субъектах РФ, поддержки территорий инновационного развития. Выделены пять

типов регионов¹, которые в разной степени могут обеспечить расширение географии и ускорение экономического роста, научно-технологического и инновационного развития. Как представляется, необходимо ускорить разработку механизмов поддержки крупных интеграционных проектов России, совершенствование каналов перетока знаний, в том числе за счет межрегиональной мобильности результатов НИР и технологий по мега-регионам Сибири, Урала и Дальнего Востока.

Приложение 1

**Коэффициенты матрицы структурно-технологической близости
для Новосибирской области в 2005 и 2016 гг.**

Регион России	2005	2016	Изменение коэффициента СТБ
1	2	3	4
Белгородская область	0,70	0,66	-0,04
Брянская область	0,85	0,75	-0,10
Владимирская область	0,76	0,72	-0,04
Воронежская область	0,84	0,81	-0,02
Ивановская область	0,80	0,78	-0,02
Калужская область	0,80	0,70	-0,10
Костромская область	0,71	0,74	0,02
Курская область	0,64	0,65	0,01
Липецкая область	0,59	0,60	0,01
Московская область	0,78	0,80	0,03

¹ В Стратегии в группу I включены перспективные крупные центры экономического роста Российской Федерации – города, образующие крупные городские агломерации и крупнейшие городские агломерации, которые обеспечат вклад в экономический рост Российской Федерации более 1 процента ежегодно. В группу V отнесены перспективные центры экономического роста, в которых сложились условия для формирования научно-образовательных центров мирового уровня и наукоградов: Москва, Санкт-Петербург – Гатчина, Нижний Новгород, Екатеринбург, Новосибирск –Кольцово, Самара, Красноярск, Челябинск, Ростов-на-Дону, Пермь, Казань, Томск, Уфа, Тюмень, Краснодар, Владивосток, Воронеж, Обнинск, Саратов, Иркутск.

Продолжение 1 прил. 1

1	2	3	4
Орловская область	0,81	0,73	-0,08
Рязанская область	0,80	0,77	-0,03
Смоленская область	0,77	0,77	0,01
Тамбовская область	0,77	0,70	-0,07
Тверская область	0,84	0,80	-0,04
Тульская область	0,77	0,69	-0,07
Ярославская область	0,78	0,82	0,04
г. Москва	0,62	0,80	0,18
Республика Карелия	0,81	0,74	-0,07
Республика Коми	0,65	0,60	-0,06
Архангельская область	0,77	0,66	-0,11
Вологодская область	0,64	0,72	0,08
Калининградская область	0,78	0,82	0,05
Ленинградская область	0,80	0,72	-0,08
Мурманская область	0,73	0,62	-0,11
Новгородская область	0,78	0,64	-0,13
Псковская область	0,84	0,77	-0,07
г. Санкт-Петербург	0,81	0,87	0,06
Республика Адыгея	0,77	0,74	-0,03
Республика Калмыкия	0,61	0,57	-0,04
Краснодарский край	0,83	0,84	0,01
Астраханская область	0,80	0,62	-0,17
Волгоградская область	0,80	0,71	-0,08
Ростовская область	0,81	0,76	-0,05
Республика Дагестан	0,67	0,59	-0,08
Республика Ингушетия	0,57	0,57	0,00
Кабардино-Балкарская	0,69	0,67	-0,02

Продолжение 2 прил. 1

1	2	3	4
Карачаево-Черкессия	0,73	0,61	-0,12
Северная Осетия-Алания	0,77	0,66	-0,11
Чеченская Республика	0,52	0,58	0,06
Ставропольский Край	0,84	0,75	-0,10
Республика Башкортостан	0,75	0,75	-0,01
Республика Марий Эл	0,76	0,66	-0,10
Республика Мордовия	0,71	0,67	-0,03
Республика Татарстан	0,65	0,68	0,03
Удмуртская Республика	0,69	0,66	-0,03
Чувашская Республика	0,77	0,74	-0,04
Пермский Край	0,75	0,66	-0,09
Кировская область	0,84	0,73	-0,11
Нижегородская область	0,79	0,80	0,01
Оренбургская область	0,66	0,58	-0,08
Пензенская область	0,88	0,78	-0,11
Самарская область	0,78	0,74	-0,03
Саратовская область	0,83	0,71	-0,12
Ульяновская область	0,86	0,77	-0,09
Курганская область	0,87	0,71	-0,16
Свердловская область	0,76	0,78	0,02
Тюменская область	0,41	0,42	0,01
Челябинская область	0,74	0,73	-0,01
Республика Алтай	0,61	0,62	0,01
Республика Бурятия	0,81	0,78	-0,03
Республика Тыва	0,67	0,45	-0,22
Республика Хакасия	0,79	0,71	-0,08
Алтайский край	0,78	0,76	-0,02

Окончание прил. 1

1	2	3	4
Забайкальский край	0,77	0,68	-0,10
Красноярский край	0,68	0,60	-0,08
Иркутская область	0,87	0,69	-0,18
Кемеровская область	0,72	0,66	-0,06
Новосибирская область	1,00	1,00	0,00
Омская область	0,68	0,71	0,03
Томская область	0,67	0,72	0,04
Республика Саха (Якутия)	0,61	0,44	-0,17
Камчатский край	0,65	0,58	-0,07
Приморский край	0,78	0,81	0,02
Хабаровский край	0,89	0,83	-0,06
Амурская область	0,73	0,66	-0,08
Магаданская область	0,61	0,45	-0,15
Сахалинская область	0,49	0,40	-0,08
Еврейская автономная область	0,70	0,68	-0,02
Чукотский автономный округ	0,50	0,35	-0,15
Стандартное отклонение	0,09	0,09	-
Среднее	0,73	0,68	-

Источник: расчеты авторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая монография подводит итог работы авторов в области моделирования влияния экономики знаний на экономический рост российских регионов за последние десятилетие. В рамках экономики знаний, традиционно включающей сектора: наука, инновации, образование, здравоохранение и ИКТ, авторам удалось сформулировать, построить и оценить модели с эндогенным техническим прогрессом для первых трех секторов. Учет влияния сектора информационно-коммуникационных технологий, доказавшего свою важность для экономического развития в условиях напряженной эпидемиологической ситуации 2020 г., относится к будущим направлениям исследований авторов.

В монографии описываются и количественно анализируются взаимосвязи между инновационной деятельностью и экономическим ростом. Представлен и апробирован разработанный авторами подход к многоаспектному анализу взаимосвязи между инновационными процессами и экономическим ростом с учетом человеческого капитала, индекса концентрации производства, потоков знаний, технологической и когнитивной близости.

Многоаспектный анализ – это совокупность количественных методов факторного, регрессионного и иерархического кластерного анализов для оценки влияния научной и инновационной деятельности на экономический рост в регионах РФ. Многоаспектный анализ был использован для определения управляющих параметров регионального роста: затраты на НИОКР и технологические инновации, количество выданных патентов, уровень развития человеческого капитала и благосостояния в соседних регионах, создание каналов перетока знаний из других регионов. Показано, что регионы, окруженные регионами с более благоприятными социальными условиями и более высоким ВРП, имеют более высокий потенциал экономического развития (тезис «успех рождает успех»). Однако рост экономики будет достигнут только в том случае, если регион активно инвестирует в НИОКР, поддерживая тем самым самую высокую абсорбционную способность и создавая новые продукты и услуги.

Региональным правительствам и лицам, принимающим решения, при формировании структурной и инновационной политики рекомендуется периодически анализировать набор управляющих параметров с целью выделения приоритетов финансирования, а также проводить мониторинг научно-технического развития. Кроме того необходимо отслеживать инновационную активность каждого региона внутри группы регионов с аналогичными целями и приоритетами. Последнее возможно с помощью аппарата иерархического кластерного анализа по методологии, предложенной авторами.

В монографии также рассмотрены эффекты перетока знаний, влияющие на экономический рост, которые до этого момента были недостаточно изучены в российской экономической литературе. В построенных моделях панельной регрессии и модели Ареллано-Бонда последствия реализации перетоков знаний были оценены количественно как вклад в изменение ВРП и ВРП на душу населения. Переток знаний был учтен в эконометрических моделях через индекс доступности, который учитывает расстояние как между всеми регионами РФ, так и только между соседними субъектами Федерации. Построенные модели, в том числе для выборки высокотехнологичных регионов, показали, что знания наиболее эффективно распространяются между регионами со сходными темпами роста, у которых достаточно высока абсорбционная способность для адаптации новых знаний, полученных из других территорий.

Многоаспектный анализ является гибким прикладным инструментом. Гибкость данного подхода заключается в возможности выбора исследователем набора показателей инновационной деятельности в зависимости от их доступности в официальной статистике, в выборе различных фильтров – контрольных переменных в регрессии. Универсальность подхода проявляется в возможности его применения для любых территориальных единиц, по которым доступна статистическая информация. Созданный и апробированный для регионов РФ, он может применяться для многих стран мира.

Развитие многоаспектного анализа позволило также предложить в монографии методологию сводной оценки взаимосвязи между секторами экономики знаний – науки и здравоохранения – и темпами экономического роста в регионах РФ. Модели экономического роста были модифицированы посредством включения

в число независимых переменных, отражающих влияние на рост региона в целом отрасли, затрат на здравоохранение, которые воздействуют на капитал здоровья и производительность индивидов. С помощью этой модели оценен эффект роста общих затрат на здравоохранение в 2005–2013 гг. на темпы прироста ВРП на душу населения, что представляет собой новый для России подход, применимый для анализа капитала здоровья как источника экономического роста и оценки эффективности затрат в здравоохранение.

Отдельно авторами представлены кросс-секционные и панельные регрессионные модели, в которых были добавлены затраты на высшее образование, переток затрат на высшее образование, а также модифицирован социальный фильтр, отражающий вклад человеческого капитала в темпы регионального роста. Показано, что отдельные компоненты социального фильтра (доля занятых с высшим образованием, выпуск студентов, доля молодежи в численности экономически активного населения) в сочетании с затратами на науку и высшее образование оказывают статистически значимое, положительное влияние на экономический рост в регионах РФ и порождают перетоки знаний. Затраты на высшее образование в сочетании с достаточно высокой долей высокообразованных кадров в структуре человеческого капитала способны обеспечить положительно значимые перетоки знаний, а специалисты с высшим образованием способствуют диффузии знаний и их адаптации в регионах.

Учет в модели регионального роста с эндогенным техническим прогрессом индекса Херфиндала-Хиршмана показал, что степень концентрации производства в регионе является детерминантой роста. Структура производства (концентрация или, наоборот, специализация) сопряжена с осуществлением инвестиций в технологические инновации. При этом прирост ВРП по 28 инновационным регионам превышающий среднероссийский, в 2013 г. был достигнут в среднем диверсифицированных секторах с большим удельным весом в структуре ВДС секторов обрабатывающих производств и услуг.

Наконец, в представленной методологии эмпирические оценки влияния затрат на НИОКР и технологических инновации на выпуск инновационной продукции и услуг проводились с учетом пространственной и непространственной близости регионов России. Учет пространственной близости был аналогичен учету

этого вида близости в рамках многоаспектного анализа и моделей с эндогенным техническим прогрессом: использовались матрицы обратных расстояний между административными центрами регионов. В основе матрицы структурно-технологической близости лежали доли валовой добавленной стоимости в секторах ОКВЭД в регионе. Когнитивная близость операционализировалась через матрицу на основе числа патентов в регионах. Использование аппарата пространственной эконометрики и панельных регрессий пространственной авторегрессии, модели Дурбина и пространственной модели с лагом в ошибках показало, что структурно-технологическая близость пока значимо не влияет на российские регионы, т.е. она не позволяет создать активные перетоки знаний из аналогичных технологических баз. Для того, чтобы технологическая близость стала определяющим фактором создания знаний в регионах и положительно сказалась на объеме производства инновационных товаров и услуг, авторы рекомендуют тесную коллаборацию фирм, объединенных в холдинги, реализацию совместных проектов государственных корпораций с научными институтами РАН и активную коллаборацию в рамках Национальной технологической инициативы.

Было найдено количественное подтверждение того, что когнитивная близость способствует созданию знаний в России. Поскольку когнитивная близость предполагает набор навыков и компетенций, связанных с общей базой знаний, она усиливается за счет бесплатной передачи патентов, владельцами которых являются государственные исследовательские учреждения, предприятиями в различных регионах.

Авторы предложили метод визуализации пространственной, когнитивной и структурно-технологической близостей с использованием пакета ПАВИСЭР. Визуализация структурно-технологической близости для 2005 и 2016 гг. указала на возможность создания и развития для Новосибирской области каналов перетока знаний и адаптации технологий не только с ближайшими соседями, но и со многими европейскими регионами России и некоторыми регионами Урала и Дальнего Востока.

Полученные авторами результаты, как методологические, так и эмпирические, имеют важное значение для разработки политики в области развития регионов. Они развивают методы, с помощью которых региональные администрации могут осуществлять мониторинг развития экономики знаний на отдельных

территориях в рамках федеральных округов: возможно как определение управляющих параметров для роста темпов душевого ВРП, так и оценка вклада отдельных секторов экономики знаний – НИОКР, образования, здравоохранения – в темпы экономического роста. Так, расчеты по модели Ареллано-Бонда показали, что затраты на НИОКР являются значимыми предикторами экономического роста в российских регионах. Предельный эффект от увеличения затрат на НИОКР как доли в ВРП на 1 п.п. в темпы прироста душевого ВРП составил 2,88 п.п. Значимы и затраты на здравоохранение, а для затрат на высшее образования оказались значимы сами перетоки знаний. Кроме того, представлено эмпирическое подтверждение необходимости развития каналов технологической близости для активного инновационного развития.

Выводы проведенного исследования пересекаются с предложениями о поддержке территорий инновационного развития и инновационных кластеров, выдвинутыми в Стратегии пространственного развития до 2025 г., в которой намечены перспективы стабилизации роста макро регионов за счет создания региональных инвестиционных площадок в субъектах РФ и предложены меры по поддержке территорий инновационного развития.

В заключение, будущие направления исследований авторов связаны с совершенствованием методологии стратегического планирования развития научной, образовательной, научно-технической и инновационной деятельности в регионах СФО и в других федеральных округах РФ. Будет продлен горизонт анализа и создана единая эконометрическая модель учета четырех секторов экономики знаний (НИОКР, образование, здравоохранение и ИКТ), проведено ранжирование субъектов РФ по эффективности вклада в науку, высшее образование, здравоохранение и ИКТ на основе экономических оценок финансовых затрат в этих секторах. В рамках гранта РФФИ 20-010-00205 «Роль капитала здоровья в социально-экономическом развитии регионов РФ» в модель с эндогенным техническим прогрессом в социальный фильтр будут включены индивидуальные оценки здоровья. Наконец, авторы планируют продолжать работу над пространственными моделями в рамках поиска устойчивых взаимосвязей между размещением и интеграцией российских вузов и экономическим ростом в российских регионах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абанкина И.В., Абанкина Т.В., Филатова Л.М., Николаенко Е.А., Сероштан Э.С.*: монография / И.В. Абанкина и др.– Экономическое положение вузов в условиях бюджетной реформы, повышения автономии и введения ЕГЭ. – М.: ГУВШЭ, 2010. – 208 с.
- Абанкина И.В., Винарик В.А., Филатова Л.М.* Государственная политика финансирования сектора высшего образования в условиях бюджетных ограничений // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2016. – Т. 3. – №. 3. – С. 111–143.
- Авксентьев Н.А., Байдин В.М., Зарубина О.А., Сисигина Н.Н.* Частные расходы на здравоохранение в регионах России: факторы и последствия // Финансовый журнал. – 2016. – № 6. – С. 20–35.
- Аганбегян А.* Человеческий капитал и его главная составляющая-сфера «экономики знаний» как основной источник социально-экономического роста// Экономические стратегии. – 2017. –Т. 19. – № 3. – С. 66–79.
- Агранович М.Л., Озерова Н.Б., Беляков С.А., Клячко Т.Л.* Система финансирования образования. Анализ эффективности: монография / М.Л. Агранович и др.– М.: Технопечать, 2003. – 182 с.
- 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.
- Акаев А.А.* Модели экзогенного и эндогенного инновационного роста AN-типа и их обоснование // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2015. – Т. 6. – № 2. – С. 70–79.
- Акаев А.А., Садовничий В.А.* Замкнутая динамическая модель для описания и расчета длинной волны экономического развития Кондратьева // Н.Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности. – М.: Учитель, 2017. – С. 155–176.
- Бабурин В.Л., Земцов С.П.* Факторы патентной активности в регионах России // Мир экономики и управления. – 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 86–100.
- Бабурин В.Л., Земцов С.П.* Инновационный потенциал регионов России. – М.: КДУ. – 2017 – 358 с.
- Балацкий Е. В.* Синдром аритмии реформ в системе высшего образования // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2014. – Т. 4. – №. 24. – С. 111–140.

- Бараков В.С.* Моделирование экономического развития регионов с учетом потенциала модернизационных преобразований // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 6. – С. 939–944.
- Белл Д.* Грядущее постиндустриальное общество. М.: Академия, 1999. – 782 с.
- Беляков С.А., Заборовская А.С., Клячко Т.Л., Озерова Н.Б., Полушкина Е.А., Королев И.Б.:* монография / С.А. Беляков и др. Модели финансирования вузов: анализ и оценка. – М.: Технопечать. – 2005. – 274 с.
- Березиков С.А., Цукерман В.А.* Теоретико-методологические подходы к исследованию процесса технологической трансформации территорий Арктики минерально-сырьевой направленности // *Экономика в промышленности.* – 2015. – № 2. – С. 47–52.
- Божечкова А.В.* Эконометрическое моделирование влияния человеческого капитала на экономический рост в регионах России // *Аудит и финансовый анализ.* – 2013. – № 1. – С. 90–99.
- Вакулenco Е.С.* Введение в пространственную эконометрику [Электронный ресурс] // Национальный университет Высшая школа экономики. – 2013. – Режим доступа: https://pokrovka11.files.wordpress.com/2013/01/spatial_econometrics.pdf (дата обращения: 01.04.2019).
- Ведение** бизнеса в России. – 2012. Сравнение регулирования предпринимательской деятельности в 30 городах России и 183 странах. Субнациональная серия. – М.: «Алекс». – 2012. – 36 с.
- Влияние** человеческого капитала на экономический рост: учеб. пособие / А.В. Корицкий; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). – 2013. – 244 с.
- Гапоненко А.* Контуры наукоемкой экономики // *Экономист.* – 2005. – № 10. – С. 56–66.
- Глуценко К.П.* Мифы о бета-конвергенции // *Журнал Новой экономической ассоциации.* – 2012. – № 4(16). – С. 26–44.
- Голиченко О.Г.* Национальная инновационная система: от концепции до методологии исследования // *Вопросы экономики.* – 2014. – № 7. – С. 35–50.
- Голиченко О.* Государственная политика и провалы инновационной системы // *Вопросы экономики.* – 2017. – № 2. – С. 97–108.
- Государственное** финансирование высшего профессионального образования / под ред. И.В. Абанкиной и Б.Л. Рудника – М.: Государственный университет «Высшая школа экономики». – 2008. – 352 с.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е.* Новая инновационная политика в контексте модернизации экономики // *Журнал Новой экономической ассоциации.* – 2010. – № 7. – С. 141–143.

- Гохберг Л.М. и др.* Индикаторы образования: 2016: статистический сборник; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики» // М.: НИУ ВШЭ. – 2016. – 80 с.
- Далман К.* Знаниеёмкая экономика: концепции, тенденции, стратегии // Информационное общество. – 2002. – №. 1. – С. 27–33.
- Диденко Д.В.* Накопление человеческого капитала и эффективность образования в контексте модернизации российского общества // Экономика образования. – 2012. – №. 6. – С. 4–18.
- Дынкин А.А.* Инновационная экономика в России и в мире // Стратегия России. – 2004. – №. 2. – С. 29–35.
- Егорова Е.О.* Капитал здоровья как компонента человеческого капитала / Е.О. Егорова; науч. рук. Е.А. Аникина // Экономика России в XXI веке: сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции «Экономические науки и прикладные исследования», г. Томск, 17–21 ноября 2015 г.: в 2 т. – Томск : Изд-во ТПУ. – 2015. – Т. 1. — С. 387–392.
- Засимова Л.С., Канева М.А.* Социально-экономические факторы, определяющие участие населения в неформальной оплате медицинской помощи // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 46. – С. 25– 36.
- Затраты** на технологические инновации: основные понятия [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – 2016. – Режим доступа: www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnovz.htm (дата обращения: 17.06.2016).
- Зверев Д.В., Коломак Е.А.* Субфедеральная фискальная политика в России: межрегиональные различия и связи. Серия «Научные доклады: независимый экономический анализ», № 209. – Москва. Московский общественный научный фонд; Сибирский центр прикладных экономических исследований. – 2010. – 102 с.
- Земцов С.П., Смелов Ю.А.* Факторы регионального развития в России: география, человеческий капитал или политика регионов // Журнал новой экономической ассоциации. – 2018. – Т. 4. – С. 84–104.
- Земцов С.П., Чернов А.В.* Какие высокотехнологичные компании в России растут быстрее и почему // Журнал новой экономической ассоциации. – 2019. – Т. 1. – С. 68–99.
- Иванов В.В.* Национальные инновационные системы: опыт формирования и перспективы развития // Инновации. – 2002. – № 5. – С. 19–23.
- Иванов В.В.* Национальная парадигма XXI. – 2-е изд., доп. – М.: Наука. – 2005. – 383с.

Иванова Н.И. Национальные инновационные системы. – М.: Наука. – 2002. – 244 с.

Инвестиционный потенциал российских регионов в 2015 г. [Электронный ресурс] // РА «Эксперт» – 2015. – Режим доступа: www.raexpert.ru/rankingtable/region_climat/2015/tab03/ (дата обращения: 22.06.2016).

Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Под ред. Б.З. Мильнера. – М.: Инфра М. – 2013. – 624 с.

Инновационный потенциал научного центра: методологические и методические проблемы анализа и оценки / Отв. ред. В.И. Суслов, [науч. ред. Н.А. Кравченко, Г.А. Унтура]; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Сиб. науч. изд-во. – 2007. – 275 с.

Инновационный потенциал экономики знания // Инновационный вектор экономики знания / Науч. ред. Г.А. Унтура; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 279 с.

Институциональный потенциал [Электронный ресурс] // Эксперт-онлайн – 2014. – Режим доступа: expert.ru/ratings/table_25718/ (дата обращения: 28.07.2016).

Казакова М.В. Анализ зарубежного опыта в области экономического роста на основе оценки производственных функций. – М.: РАН-ХиГС, 2013. – 79 с.

Калин А. Электронные коммуникации в обществе знаний // Промышленные ведомости». №. 8–9. – [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <https://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=1539&nopeg=53> (дата обращения: 06.05.2020).

Канева М.А. Инновации: их создатели и успех на рынке // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. 27–28 июня 2011 г. – М.: [Ин-т стратегич. исслед.]. – 2011. – Т. 1. – С. 139–145.

Канева М.А. Типология «вход-выход-результаты-последствия» и показатели оценки инновационного потенциала в РФ // Исследования молодых ученых: отраслевая и региональная экономика, инновации, финансы и социология: [сб. ст.] / Под ред. С.А. Суспицына и др. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН. – 2011. – С. 329–337.

Канева М.А. Инновационное развитие Сибири и факторы его определяющие (на основе метода главных компонент) // Национальные интересы. Приоритеты и безопасность. – 2012. – № 17. – С. 12–21.

Канева М. Методологические вопросы анализа и диагностики инновационного развития (на примере регионов Сибири) // Стратегия

- дальнейшего повышения конкурентоспособности национальной экономики: [сб. док. участников Форума экономистов] / [Под общ. ред. А.М. Садыкова]; Ин-т прогнозир. и макроэкон. исслед. при Кабинете Министров Респ. Узбекистан, Программа Развития ООН. – Ташкент: Baktiria press. – 2012. – С. 310–315.
- Канева М.А.* Устойчивость инноваций и анализ патентной активности российских компаний // Прикладная эконометрика. – 2013. – № 32. – С. 93–109.
- Канева М.А.* Влияние инновационного развития и капитала здоровья населения на экономический рост регионов РФ: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (управление инновациями)»: автореф. дис. ... д.э.н. / ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск. – 2019. – 38 с.
- Канева М.А.* Влияние капитала здоровья населения на экономический рост регионов РФ. // Регион: экономика и социология. – 2019. – № 1. – С. 47–70.
- Канева М.А., Унтура Г.А.* Диагностика инновационного развития Сибири // Регион: экономика и социология. – 2013. – № 2. – С. 173–196.
- Канева М.А., Унтура Г.А.* Взаимосвязь НИОКР, перетоков знаний и динамики экономического роста регионов России // Регион: экономика и социология. – 2017. – № 1. – С. 78–100
- Канева М.А., Унтура Г.А.* Эволюция теорий и эмпирических моделей взаимосвязи экономического роста, науки и инноваций. Часть I // Мир экономики и управления. – 2017. – № 4. – С. 5–21.
- Канева М.А., Унтура Г.А.* Эволюция теорий и эмпирических моделей взаимосвязи экономического роста, науки и инноваций. Часть II // Мир экономики и управления. – 2018. – № 1. – С. 5–17.
- Классификация** ОКВЭД. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.regfile.ru/okved2.html> (дата обращения 06.05.2020).
- Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А.* Системная сбалансированность экономики России: региональный разрез // Экономика региона. – 2019. – Т. 15. – № 2. – С. 309–323.
- Коломак Е.А.* Модели региональной политики: конвергенция или дивергенция // Вестник НГУ. Серия социально-экономические науки. – 2009. – Т. 9. – № 1. – С. 113–120.
- Коломак Е.А.* Эволюция пространственного распределения экономической активности в Сибири и на Дальнем Востоке // Регион: экономика и социология. – 2014. – Т. 3. – № 1. – С. 75–93.
- Коломак Е.А., Крюков В.А., Мельникова Л.В., Селиверстов В.Е., Суслотов В.И., Суслов Н.И.* Стратегия пространственного развития

- России: ожидания и реалии // Регион: экономика и социология. – 2018. – № 2. – С. 264–287.
- Корицкий А.В.* Опыт оценки влияния накопления человеческого капитала на экономический рост в регионах Европы // Креативная экономика. – 2008. – № 2. – С. 60–65.
- Корицкий А.В.* Опыт оценки влияния накопления человеческого капитала на экономический рост в регионах Европы // Креативная экономика. – 2008. – № 3. – С. 65–60.
- Корицкий А.* Велика ли отдача человеческого капитала в России? // ЭКО. – 2018. – № 2. – С.24–37.
- Кравченко Н.А.* Оценка диверсификации региональной экономики (на примере субъектов Сибирского федерального округа) // Регион: экономика и социология. – 2015. – № 4. – С. 65–89.
- Кузнецов Ю.А., Мичасова О.В.* Обобщенная модель экономического роста с учетом накопления человеческого капитала // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 1. – С. 171–178.
- Лавровский Б.Л.* Российские регионы в системе мировых трендов производительности труда // Регион: экономика и социология. – 2017. – № 3. – С. 50–68.
- Ленчук Е.Б.* Формирование промышленной политики России в контексте задач новой индустриализации // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2018. – Т. 3. – № 39. – С. 138–145.
- Ли Тейн.* Поиски направлений реформы и политики открытости. М.: Изд-во документации обществ. Наук. – 2003. – Т. 2. – 670 с.
- Лободина О.Н., Шмидт Ю.Д.* Оценка влияния пространственных факторов на интенсивность инновационных процессов // Вестник ТГУ. – 2013. – № 3. – С. 20–30.
- Макаров В.* Контуры экономики знаний // Экономист. 2003. – № 3. – С.3–15.
- Межсекторальная** мобильность научных кадров / Отв. ред. И.Г. Дежина. – М.: ИМЭМО РАН. – 2015. – 127 с.
- Мейсснер Д.* Экономические эффекты «перетока» результатов научно-технической и инновационной деятельности // Форсайт. – 2012. – Т. 6 – № 4. – С. 20–31.
- Мельников Р.М.* Анализ динамики межрегионального экономического неравенства // Регион: экономика и социология. – 2005. – № 4. – С. 3–18.

- Мельников Р.М., Тесленко В.А.* Оценка влияния человеческого капитала на экономическую динамику российских регионов // Регион: экономика и социология. – 2018. – №. 1. – С. 93–115.
- Мильнер Б.* Управление знаниями: первые итоги, уроки и перспективы // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – №. 6. – С. 37–46.
- Монастырский Е.А., Саклаков В.М.* Инвестиционные модели развития. Приток и отток иностранных инвестиций в России // Инновации. – 2015. – №. 10(204). – С. 27–34.
- Неустроев Д.О.* Оценка производственной функции модифицированной модели Узавы-Лукаса для развитых и развивающихся стран // Вестник НГУ. Серия социально-экономические науки. – 2013. – Т. 13. – № 4. – С. 5–15.
- Образование** в Российской Федерации: 2014: статистический сборник. – М: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – 2014. – 464 с.
- Осипов Г.В.* Экономика и социология знания: практ. пособие / Г.В. Осипов, С.В. Степашин. – М.: Наука. – 2009. – 219 с.
- Перечень** критических технологий Российской Федерации. [Электронный ресурс] // Администрация Президента России. – 2011. – Режим доступа: http://news.kremlin.ru/ref_notes/988 (дата обращения: 23.08.2017).
- Пешина Э.В. Авдеев П.А.* Формирование валовой добавленной стоимости высокотехнологичной и наукоемкой продукции (товаров, услуг) // Известия УрГЭУ. – 2013. – № 6(50). – С. 46–56.
- Полтерович В.М.* Теория эндогенного экономического роста и уравнения математической физики // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2017. – №. 2. – С. 193–201.
- Раскич А.* Расходы на здравоохранение США более 3 трлн долл., но американцам не хватает [Электронный ресурс] // Vademecum. – 2013. – Режим доступа: https://vademec.ru/news/2013/11/28/raskhody_na_zdravookhranenie_ssha_boleee_3_trln_no_amerikantsam_ne_khvataet/ (дата обращения: 23.10.2017).
- Региональная** инновационная политика: приоритеты и механизмы развития: коллективная монография / Под ред. Е.Б. Ленчук. – М.; СПб.: Нестор-История. – 2013. – 220 с.
- Регионы** России. Социально-экономические показатели. 2014: Стат. сб. / Росстат. – М., 2014. – 900 с.
- Регионы** России. Социально-экономические показатели. 2015: Стат. сб. / Росстат. – М., 2015. – 1266 с.

- Регионы России.** Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 1326 с.
- Регионы России.** Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 1014 с.
- Рейтинг инновационных регионов России.** – [Электронный ресурс]. – АИРР – Режим доступа: <http://i-regions.org/reiting/rejting-innovatsi-onnogo-gazvitiy> (дата обращения: 10.11.2017).
- Розмаинский И.* Почему капитал здоровья накапливается в развитых странах и «проедается» в современной России? // Вопросы экономики. – 2011. – № 10. – С. 113–131.
- Розмаинский И.В., Татаркин А.С.* Неверие в будущее и «негативные инвестиции» в капитал здоровья в современной России // Вопросы экономики. – 2018. – № 1. – С. 128–150.
- Романова О.А., Гребенкин А.В., Акбердина В.В.* Влияние инновационной динамики на развитие региональной экономической системы // Регион: экономика и социология. – 2011. – № 1. – С. 15–32.
- Россия** в зеркале международных рейтингов: информационно-справочное издание / Отв. ред. В.И. Суслов, науч. ред. О.В. Валиева, Н.А. Кравченко; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Параллель. – 2019. – 170 с.
- Россия** и страны мира. – М.: Росстат, 2016. – 85 с.
- Рудник Б.Л., Романова В.В.* Бюджетное финансирование социально-культурной сферы // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2017. – № 2. – С. 124–142.
- Сервантес М.* Институты высшего образования в «треугольнике знаний» //Форсайт. – 2017. – Т. 11. – № 2. – С. 27–42.
- Синергия пространства:** региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания / Отв. ред. А.Н. Пилясов. – Смоленск: Ойкумена. – 2012. – 760 с.
- Стратегия** инновационного развития Российской Федерации до 2020 г. Утверждена распоряжением Правительством РФ 08.12.2011 № 2227-р.
- Стратегия** пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р.
- Стратегия** развития науки и инновации в Российской Федерации на период до 2015 г. Утверждена межведомственной комиссией по научно-инновационной политике Министерства образования и науки, 15.02.2006 г.

- Суслов В.И.* Модели пространственной экономики: теоретические и прикладные аспекты // Выдающиеся экономисты современности: энциклопедия. – М.: Деловой экспресс. – 2013. – С. 384–389.
- Татаркин А.И.* Региональная направленность экономической политики Российской Федерации как института пространственного обустройства территорий // Экономика региона. – 2016. – № 1. – С. 9–27.
- Татаркин А.И., Пилипенко Е.В.* Тенденции становления «экономики знаний» // Экономическая наука современной России. – 2007. – № 1. – С. 7–19.
- Теплых Г.В.* Производственная функция знаний фирмы: обзор эмпирических исследований // Экономическая наука современной России – 2016. – Т. 1. – № 72. – С. 28–38.
- Технологическое** будущее российской экономики. Под ред. Л.М. Гохберга. – ВШЭ, 2018. – 193 с.
- Тис Д.Д.* Получение экономической выгоды от знаний как активов: «новая экономика», рынки ноу-хау и нематериальные активы // Российский журнал менеджмента. – 2004. – Т. 2. – № 1. – С. 95–120.
- Унгер М., Полт В.* «Треугольник знаний» между сферами науки, образования и инноваций: концептуальная дискуссия // Форсайт. – 2017. – Т. 11. – № 2. – С. 10–26.
- Унтура Г.А., Евсеенко А.В.* Экономика знаний как определяющий элемент новой экономики региона // Регион: экономика и социология. – 2007. – № 1. – С. 154–169.
- Унтура Г.А.* Перспективные вложения в развитие экономики знаний: общероссийские и региональные тенденции // Регион: экономика и социология. – 2009. – № 1. – С. 64–84.
- Унтура Г.А.* Влияние затрат на высшее образование и науку на экономический рост регионов России // Формирование и использование человеческого капитала в современной экономике / Под ред. Г.П. Литвинцевой; НГТУ, ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2018. – С. 230–254.
- Унтура Г.А., Канева М.А.* Роль нематериальных знаний в развитии инноваций в высокотехнологичных отраслях // Менеджмент инноваций. – 2010. – № 3. – С. 214–227.
- Унтура Г.А., Канева М.А.* Инновационный потенциал экономики знания // Инновационный вектор экономики знания / Науч. ред. Г.А. Унтура; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. – 2011. – Гл. 3. – С. 33–54.
- Унтура Г.А., Канева М.А.* Влияние факторов инновационного развития на экономический рост регионов // Формирование инновационной

экономики: концептуальные основы, методы и модели / Отв. ред. В.И. Суслов, Н.А. Кравченко; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Автограф. – 2014. – Гл. 3.2. – С. 170–191.

Унтура Г.А., Канева М.А. Эмпирический анализ влияния НИОКР и потока знаний на рост регионов России // Труды Гранберговской конференции. Новосибирск, 10–13 окт. 2016 г. Сб. докладов Междунар. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения акад. А.Г. Гранберга «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность» / Под ред. В.И. Суслова, Л.В. Мельниковой; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН. – 2017. – С. 422–431.

Унтура Г.А., Канева М.А., Заболотский А.А. Влияние науки, инноваций и концентрации производства на экономический рост регионов России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2019. – Т. 15. – №. 12. – С. 2327–2343.

Унтура Г.А., Перчинская Н. Синергия науки и образования: стратегические академические единицы (САЕ) // Российская экономика знаний: вклад региональных исследователей: сб. ст. Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Кемерово, 5–6 окт. 2017 г.): в 2-х ч. / Под общ. ред. Е.Е. Жернова; М-во обр. и науки РФ, Кузбасский гос. тех. ун-т им. Т.Ф. Горбачева, Вост.-Сиб. гос. ун-т технологий и упр-я, Адм. Кемеровской обл., АО «Кузбасский технопарк». – Кемерово: КузГТУ. – 2017. – Ч. 2. – С. 288–293.

Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Федеральная служба государственной статистики Росстат [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 19.08.2016).

Формирование и использование человеческого капитала в современной экономике / Под ред. Г.П. Литвинцевой; М-во науки и высш. обр. РФ, Новосиб. гос. тех. ун-т, ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2018. – 315 с.

Цыплаков А. Мини-словарь англоязычных эконометрических терминов, часть 2 // Квантиль. – 2008. – № 5. – С. 41–55.

Цыплакова Д.А. Внешние эффекты знаний как объективная предпосылка экономики знаний. Экономические науки. – 2010. – № 9(70). – С. 45–48.

Чиньяно Ф. Тенденции неравенства доходов и его воздействие на экономический рост // Вестник международных организаций. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 98–113.

- Шалимов С.М.* Модели экзогенного и эндогенного экономического роста в контексте экономики России // Региональное развитие. – 2015. – Т 4. – № 8. – С. 1–20.
- Штерцер Т.А.* Анализ взаимосвязи экономического роста и характеристик российской инновационной системы. Автореф. дис. канд. экон. Наук. – 08.00.05. – Новосибирск. – 2007. – 18 с.
- Шумпетер Й.А.* Теория экономического развития. – М: Директ-Медиа. – 2008. – 401 с.
- Экономико-географические** и институциональные аспекты экономического роста в регионах / Консорциум по вопр. приклад. экон. иссл., Канадское агентство по междунаро. развитию [и др.]; [О. Луговой и др.]. – М.: ИЭПП. – 2007. – 164 с.
- Экономико-социологический** словарь / Сост. Г.Н. Соколова, О.В. Кобяк, науч. ред. Г.Н. Соколова. – Минск: Беларус. Наука. – 2013. – 615 с.
- Юсупова А.Т., Халимова С.Р.* Характеристики, особенности развития, региональные и отраслевые детерминанты высокотехнологичного бизнеса в России // Вопросы экономики. – 2017. – № 12. – С. 142–154.
- Abankina I.V., Filatova L.* Sustaining student enrolment: impact of demand trends for higher education in Russia // Journal of US–China Public Administration. – 2015. – Vol. 12, № 5. – Pp. 345–359.
- Abbott M., Doucouliagos C.* The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis // Economics of Education review. – 2003. – Vol. 22, № 1. – Pp. 89–97.
- Acs Z., Varga A.* Geography, endogenous growth, and innovation // International Regional Science Review. – 2002. – Vol. 25, № 1. – Pp. 132–148.
- Aghion P., Dewatripont M., Hoxby C., Mas-Colell A., Sapir A.* The governance and performance of universities: evidence from Europe and the US // Economic policy. – 2010. – Vol. 25, № 61. – Pp. 7–59.
- Aghion P., Howitt P.* A model of growth through creative destruction // Econometrica. – 1992. – Vol. 60, № 2. – Pp. 323–351.
- Aguayo-Rico A., Guerra-Turrubiates I., Montes de Oca-Hernández R.* Empirical evidence of the impact of health on economic growth // Issues in Political Economy. – 2005. – Vol. 14. – Pp. 1–17.
- Aldieri L., Kotsemir M.N., Vinci C.P.* Knowledge spillover effects: empirical evidence from Russian regions // Quality & Quantity. – 2018. – Vol. 52, № 5. – Pp. 2111–2132.
- Anselin L.* Spatial Econometrics: Methods and Models. – Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. – 284 p.

- Anselin L., Varga A., Acs Z.* Local spillovers between university research and high technology innovations // *Journal of Urban Economics*. – 1997. – Vol. 42. – Pp. 422–448.
- 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. – Pp. 277–297.
- Arrow K.* Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention // In: *The Rate and Direction of Inventive Activity* / Ed. By R. Nelson. – Princeton: Princeton University Press, 1962. – Pp. 609–25.
- Asheim B., Isaksen A.* Regional innovation systems: the integration of local «sticky» and global «ubiquitous» knowledge // *Journal of Technology Transfer*. – 2002. – Vol. 27, № 1. – Pp. 77–86.
- Atfield C.L., Cannon E.S., Demery D., Duck N.W.* Economic growth and geographic proximity // *Economics Letters*. – 2000. – Vol. 68, № 1. – Pp. 109–112.
- Audretsch D.B.* From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society // *Journal of Technology Transfer*. – 2014. – Vol. 39. – Pp. 313–331.
- Audretsch D.B., Feldman M.P.* R&D spillovers and the geography of innovation and production // *American Economic Review*. – 1996. – Vol. 86, № 4. – Pp. 253–273.
- Auster R. D., Leveson I., Sarachek D.* The production of health: an exploratory study // *Journal of Human Resources*. – 1969. – № 4. – Pp. 411–436.
- Autant-Bernard C.* Spatial econometrics of innovation: recent contributions and research prospective // *Spatial Economic Analysis*. – 2012. – Vol. 7, № 4. – Pp. 403–419.
- Autant-Bernard C., LeSage J.* Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models // *Journal Regional Science*. – 2011. – Vol. 51, № 3. – Pp. 471–496.
- Baltagi B.* *A Companion to Theoretical Econometrics*. – MA, USA: Blackwell Publishing, 2003. – 722 p.
- Baltagi B., Moscone F.* Health care expenditure and income in OECD countries reconsidered: evidence from panel data // *Economic modelling*. – 2010. – Vol. 27, № 4. – Pp. 804–811.
- Barro R.J.* Education and economic growth // *Annals of Economics and Finance*. – 2013. – Vol. 14, № 2. – Pp. 301–328.
- Barro R., Barro J.R.* Three Models of Health and Economic Growth. Unpublished manuscript. Cambridge, MA: Harvard University, 1996.
- Barro R.J., Sala-i-Martin X.* Convergence across states and regions // *Brookings Papers on Economic Activity*. – 1991. – Vol. 1. – Pp. 107–182.

- Barro R., Sala-i-Martin X.* Convergence // *Journal of Political Economy.* – 1992. – Vol. 100, № 2. – Pp. 223–251.
- Barro R.J., Sala-i-Martin X.* *Economic Growth.* – New York: McGraw-Hill, 1995. – 539 p.
- Batabyal A.A., Nijkamp P.* Human capital use, innovation, patent protection, and economic growth in multiple regions // *Economics of Innovation and New Technology.* – 2013. – Vol. 22, № 2. – Pp. 113-126.
- Baum C.* Dynamic Panel Data Estimators. Lectures in Applied Econometrics [Электронный ресурс] // Boston College. – 2013. – Режим доступа: <http://fmwww.bc.edu/EC-C/S2013/823/EC823.S2013.nn05.slides.pdf> (дата обращения: 26.11.2017).
- Becker G.S.* *Human Capital: a Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education.* – New York: Columbia University Press, 1964. – 402 p.
- Bloom D.E., Cunning D.* The health and wealth of the nations // *Science.* – 2000. – №. 287. – Pp. 1207–1209.
- Bode E.* The spatial pattern of localized R&D spillovers: an empirical investigation for Germany // *Journal of Economic Geography.* – 2004. – Vol. 4. – Pp. 43–64.
- Boschma R.* Proximity and innovation: a critical assessment // *Regional Studies.* – 2005. – Vol. 39. – Pp. 61–74.
- Breschi S., Lissoni F.* Cross-firm inventors and social networks: localised knowledge spillovers revisited // *Annals of Statistics.* – 2005. – Vol. 79, № 80. – Pp. 1–29.
- Breschi S., Lissoni F.* Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows // *Journal of economic geography.* – 2009. – Vol. 9, № 4. – Pp. 439–468.
- Bush V.* *Science: The Endless Frontier.* – Washington: The US Government Printing Office, 1945. – 184 p.
- Caragliu A., Nijkamp P.* Space and knowledge spillovers in European regions: the impact of different forms of proximity on spatial knowledge diffusion // *Journal of Economic Geography.* – 2015. – Vol. 16, № 3. – Pp. 1–26.
- Castells M.* *The Information Age: Economy, Society and Culture, 2nd Edition.* Oxford: Blackwell, 2000. – 625 p.
- Charlot S., Crescenzi R., Musolesi A.* Econometric modelling of the regional knowledge production function in Europe // *Journal of Economic Geography.* – 2014. – Vol. 15, № 3. – Pp. 1227–1257.

- Chen D.H. C., Dahlman C.J.* The knowledge economy, the KAM methodology and World Bank operations // World Bank Institute Working Paper. – 2005. – № 37256.
- Chen K., Gong X., Marcus R.D.* The new evidence to tendency to converge in Solow model // Economic Modelling. – 2014. – Vol. 41. – Pp. 263–266.
- Cliff A., Ord J.* Spatial Autocorrelation. – London, UK: Pion, 1973. – 178 p.
- Cohen W.M., Levinthal D.A.* Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation // Administrative science quarterly. – 1990. – Vol. 35, № 1. – Pp. 128–152.
- Cooke P., Gomez Uranga M., Etzebarria G.* Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions // Research Policy. – 1997. – Vol. 26, № 4–5. – Pp. 475–491.
- Conduct** Factor Analysis in SPSS [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.statisticssolutions.com/factor-analysis-2/> (дата обращения: 20.12.18).
- Crescenzi R.* Innovation and regional growth in the enlarged Europe: the role of local innovative capabilities, peripherality, and education // Growth and Change. – 2005. – Vol. 36, №. 4. – Pp. 471–507.
- Crescenzi R.* Changes in Economic Geography Theory and Dynamics of Technological Change. Handbook of Regional Science. Edited by M.M. Fischer, P. Nijkamp. – 2013. – Pp. 649–666.
- Cutler D., Deaton A., Lleras-Muney A.* The determinants of mortality // Journal of Economic Perspective. – 2006. – Vol. 20, № 3. – Pp. 97–120.
- Dell'Agostino L., Nenci S.* Measuring patterns of specialization using trade in value added: the case of manufacturing in Italy // Applied Economics Letters. – 2018. – Vol. 25, № 21. – Pp. 1487–1492.
- De Long J. B., Summers L. H.* Equipment investment and economic growth // The Quarterly Journal of Economics. – 1991. – Vol. 106, № 2. – Pp. 445–502.
- Dieppe A., Mutl J.* International R&D spillovers: technology transfer vs. R&D synergies. – Frankfurt: European Central Bank, 2013. – 26 p.
- Dixon S., McDonald S., Roberts J.* The impact of HIV and AIDs on Africa's economic development // BMJ. – 2002. – Vol. 324. – Pp. 232–234.
- Domar E.* Capital expansion, rate of growth and employment // Econometrica. – 1946. – Vol. 14, № 2. – Pp. 137–147.
- Dosi G., Freeman G., Nelson R., Soete L., Silverberg G.* Technical Change and Economic Theory. – London; New York: Printer, 1988. – 218 p.

- Drucker J., Goldstein H.* Assessing the regional economic development impacts of universities: A review of current approaches // *International regional science review*. – 2007. – Vol. 30, № 1. – Pp. 20–46.
- Durlauf S.N., Johnson P.A., Temple J. R.W.* The Methods of Growth Econometrics // In *Palgrave Handbook of Econometrics Vol. 2* / Ed. by T.C. Mills, K. Patterson. – Houndmills, UK: Palgrave Macmillan, 2009. – Pp. 1119–1179.
- Erdil E., Yetkiner H.* The Granger-causality between health expenditure and output: a panel data approach // *Applied Economics*. – 2009. – Vol. 31, № 4. – Pp. 511–518.
- Elhorst J.P.* *Spatial Econometrics from Cross-Sectional to Panel Models*. – Berlin: Springer-Verlag, 2014. – 119 p.
- Etzkowicz H., Leydesdorff L.* The dynamics of innovation: from National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of university–industry–government relations // *Research policy*. – 2000. – Vol. 29, № 2. – Pp. 109–123.
- Evangelista R., Immarino S., Mastrostefano V., Silvani A.* Looking for regional systems of innovation: evidence from the Italian innovation survey // *Regional Studies*. – 2002. – Vol. 36, № 2. – Pp. 173–186.
- Ezcurra R., Pascual P., Rapún M.* Regional specialization in the European Union // *Regional Studies*. – 2006. – Vol. 40, № 6. – Pp. 601–616.
- Fagerberg J.* Why Growth Rates Differ // In *Technical Change and Economic Theory* / Ed. by G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete. – London: Pinter, 1998. – Pp. 432–457.
- Fagerberg J., Schrolec M.* National innovation systems, capabilities and economic development // *Research Policy*. – 2008. – Vol. 37. – Pp. 1417–1435.
- Farra F., Klos N., Schober U. et al.* Improving regional performance in Russia capability-based approach / EBRD Working Paper № 155. – [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.ebrd.com/downloads/research/economics/workingpapers/wp0155.pdf> (дата обращения: 06.05.2020).
- Feldman M., Massard N.* *Institutions and Systems in the Geography of Innovation*. – Boston: Kluwer Academic Publisher, 2002. – 370 p.
- Field A.* *Discovering Statistics Using SPSS for Windows*. – New Delhi: Sage publications, 2013. – 496 p.
- Florida R.* Toward the learning region // *Futures*. – 1995. – Vol. 27, № 5. – Pp. 527–536.
- Foresti P.* – [Электронный ресурс] // Testing for Granger Causality between Stock Prices and Economic growth. – 2006. – Режим доступа: <https://mpr.a.ub.uni-muenchen.de/2962/> (дата обращения: 19.10.2017).

- Freeman C.* Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. – London: Pinter, 1987. – 155 p.
- Frenkel A.* Can regional policy affect firms' innovation potential in lagging regions? // *Annals of Regional Science*. – 2000. – Vol. 34. – Pp. 315–341.
- Gallup J.L., Sachs J.* The economic burden of malaria // *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. – 2001. – Vol. 64, № 1. – Pp. 85–96.
- Gennaioli N., La Porte R., de Silanes F.L., Shleifer A.* Growth in regions // *Journal of Economic Growth*. – 2014. – Vol. 19. – Pp. 259–309.
- Gertler M.S.* Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there) // *Journal of economic geography*. – 2003. – Vol. 3, №. 1. – Pp. 75–99.
- Getzen T.* Health care is an individual necessity and a national luxury: applying multilevel decision models to the analysis of health care expenditure // *Journal of Health Economics*. – 2000. – Vol. 19. – Pp. 259–270.
- Glaeser E.L., H.D. Kallal, Scheinkman J.A., Shleifer A.* Growth in cities // *Journal of Political Economy*. – 1992. – Vol. 100, № 6. – Pp. 1126–1152.
- Glick P., Sahn D.* Health and productivity in a heterogeneous urban labor market // *Applied Econometrics*. – 1998. – Vol. 30. – Pp. 203–216.
- Golichenko O.* The methodology of national innovation system analysis, In *Quality Innovation: knowledge, theory and practices*. Ed. by C. Jin and L. Al-Hakim. Hershey, PA: IGI Publishing, 2013. – Pp. 94–123.
- Granger C.W.J.* Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods // *Econometrica*. – 1969. – Vol. 37. – Pp. 428–438.
- Granovetter M.* Economic action and social structure: The problem of embeddedness // *American Journal of Sociology*. – 1985. – Vol. 91, № 3. – Pp. 481–510.
- Griliches Z.* Hybrid corn: An exploration in the economics of technological change // *Econometrica*. – 1957. – Vol. 25, № 4. – Pp. 501–522.
- Griliches Z.* Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth // *The Bell Journal of Economics*. – 1979. – Vol. 10, № 1. – Pp. 92–116.
- Griliches Z.* R&D, Patents, and Productivity. – Chicago: University of Chicago, 1984. – 519 p.
- Griliches Z.* The search for R&D spillovers // *Scandinavian Journal of Economics*. – 1992. – Vol. 94. – Pp. 29–47.
- Gregory T., Patuelli R.* Regional age structure, human capital and innovations. Discussion paper № 13-057. – Leibniz: Centre for European Economic Research, 2013. – 36 p.

- Grossman M.* On the concept of health capital and the demand for health // Journal of Political Economy. – 1972. – Vol. 80, № 2. – Pp. 223–255.
- Grossman G.M., Helpman E.* Endogenous innovation in the theory of growth // The Journal of Economic Perspective. – 1994. – Vol. 8, № 1. – Pp. 23–44.
- Grossman G.M., Helpman E.* Innovation and Growth in the Global Economy. – Cambridge: MIT Press, 1991. – 384 p.
- Gumbau-Albert M., Maudos J.* Technological activity and productivity in Spanish regions // Annals of Regional Science. – 2006. – Vol. 40. – Pp. 55–80.
- Hall J.L.* Adding meaning to measurement evaluating trends and differences in innovation capacity among the states // Economic Development Quarterly. – 2009. – Vol. 23, № 1. – Pp. 3–12.
- Harris R.* Models of regional growth: past, present and future // Journal of Economic Surveys. – 2011. – Vol. 25, № 5. – Pp. 913–951.
- Harrod R.F.* An essay in dynamic theory // Economic Journal. – 1939. – Vol. 49. – Pp. 14–33.
- Howells J.* Regional Systems of Innovation? // In: Innovation Policy in a Global Economy/ Ed. by D. Archibugi, J. Howells, J. Michie. – Cambridge: Cambridge University Press, 1999. – Pp. 67–93.
- Huallacha'in B.O., Leslie T.* Rethinking the regional knowledge production function // Journal of Economic Geography. – 2007. – Vol. 7. – Pp. 737–752.
- Jack W.* Principles of Health Economics for Developing Countries. – Washington, D.C.: World Bank Institute, 1999. – Pp. 308.
- Jacobs J.* The Economy of Cities. – New York: Random House, 1969. – 268 p.
- Jaffe A. B.* Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profit and market share // American Economic Review. – 1986. – Vol. 76. – Pp. 984–1001.
- Idrisov G., Kazakova M., Polbin A.* A theoretical interpretation of the oil prices impact on economic growth in contemporary Russia // Russian Journal of Economics. – 2015. – Vol. 1. – Pp. 250–257.
- Kaneva M., Untura G.* Development of Siberia and the region innovation profile // Economic and Social Development: Book of Abstracts 2nd International Scientific Conference. Paris, 5th April / Ed. by D. Filipovic, A. Gpltik Urnaut. – Varazdin Development and Entrepreneurship Agency, Faculty of Commercial and Business Sciences. Celje, 2013. – Pp. 54–55.
- Kaneva M.A., Untura G.* Diagnostics of innovative development of Siberia // Regional Research of Russia. – 2014. – Vol. 4, № 2. – Pp. 105–114.

- Kaneva M., Untura G.* Innovation indicators and regional growth // *Economic Change and Restructuring*. – 2017. – Vol. 50. – Pp. 133–159.
- Kaneva M., Untura G.* Interrelation of R&D, knowledge spillovers, and dynamics of economic growth of Russian regions // *Regional Research of Russia*. – 2018. – Vol. 8, № 1. – Pp. 78–100.
- Kaneva M., Untura G.* The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions // *Growth and Change*. – 2019. – Vol. 50. – Pp. 301–334.
- Kapoor M., Kelejian H.H., Prucha I.R.* Panel data models with spatially correlated error components // *Journal of Econometrics*. – 2007. – Vol. 140. – P. 97–130.
- Kelejian H.H., Prucha I.R.* A generalized moments estimator for the autoregressive parameter in a spatial model // *International economic review*. – 1999. – Vol. 40, № 2. – Pp. 509–533.
- Kirat T., Lung Y.* Innovation and proximity: territories as loci of collective learning processes // *European Urban and Regional Studies*. – 1999. – Vol. 6, № 1. – Pp. 27–38.
- Kleiman E.* (1974). The determinants of national outlay on health. In *The Economics of Health and Medical Care*, ed. Perlman. – Palgrave MacMillan, London, 1974. – Pp. 66–88.
- Kolomak E.* Spatial development of contemporary Russia. Urban and regional resilience: strategies for success: RSA Russia conference 2018. 22nd–23 rd Oct. 2018 / *Regional Studies Association*. – St Petersburg, 2018. – Pp. 9–10.
- Kosfeld R.* Spatial regression models. – [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.unikassel.de/fb07/fileadmin/datas/fb07/5-Institute/IVWL/Kosfeld/lehre/spatial/SpatialEconometrics5a.pdf> (дата обращения: 24.07.2019).
- Kryukov V.A. et al.* Russia 2030: Science and Technology Foresight: Revisiting the Draft // *Studies on Russian Economic Development*. – 2019. – Vol. 30, № 3. – Pp. 261–267.
- Kuleshov V.V., Untura G.A., Markova V.D.* Towards a knowledge economy: the role of innovative projects in the reindustrialization of Novosibirsk oblast // *Regional research of Russia*. – 2017. – Vol. 7, № 3. – Pp. 215–224.
- Kuleshov V., Untura G., Yakovleva T.* Integration of academic research and higher education in Siberia: present model and its updating // *Vector European*. – 2014. – №. 1. – Pp. 29–39.
- Le Sage J.P., Pace R.K.* *Introduction to Spatial Econometrics*. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. – 354 p.

- Leu R.E.* The Public-Private Mix and International Health Care Costs. In: A.J. Culyer and B. Jönsson (Eds). *Public and Private Health Services: Complementarities and Conflicts*. – Oxford: Blackwell publishing, 1986. – 242 p.
- Linear** model of innovations [Электронный ресурс] // Wikipedia. Режим доступа: – https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_model_of_innovation (дата обращения: 06.05.2020).
- Logical** Framework Methodology. – Washington, DC: The World Bank, 2010. – 107 p.
- Los B.* The empirical performance of a new inter-industry technology spillover measure // P.P. Saviotti, & B. Nooteboom (Eds), *Technology and knowledge; from the firm to innovation systems*. – London: Edward Elgar Publishing, 2000. – Pp. 118–151.
- Lucas R.* On the mechanics of economic development // *Journal of Monetary Economics*. – 1988. – Vol. 22. – Pp. 3–42.
- Luft H.* *Poverty and Health: Economic Causes and Consequences*. – Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company, 1978. – 273 p.
- Lüundvall B.-Å.* Product Innovation and User-Producer Interaction. *Industrial Development, Research Series 31*. – Aalborg: Aalborg University Press, 1985 – 40 p.
- Lüundvall B.-Å.* (ed.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning*. – London: Pinter Publishers, 1992. – 342 p.
- Machlup F.* *Function and Distribution of Knowledge in the United States*. – Princeton: Princeton University Press, 1962. – 416 p.
- Maillat D.* From the industrial district to the innovative milieu: contribution to an analysis of territorialized production organizations // *Louvain Economic Review*. – 1998. – Vol. 64, № 1. – Pp. 111–129.
- Mankiw G., Romer D., Weil D.* A contribution to the empirics of economic growth // *The Quarterly Journal of Economics*. – 1992. – Vol. 107, № 2. – Pp. 407–437.
- Marshall A.* *Principles of Economics*. – London: MacMillan, 1980. – 627 p.
- Marrocu E., Paci R., Usai S.* Proximity, networking and knowledge production in Europe: what lessons for innovation policy? // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2013. – Vol. 80. – Pp. 1484–1498.
- Maskell P., Malmberg A.* Localised learning and industrial competitiveness // *Cambridge journal of economics*. – 1999. – Vol. 23, № 2. – Pp. 167–185.
- Matinez-Pellitero M., Buesa M., Heijs J., Baumert T.* A Novel Way of Measuring Regional Systems of Innovation: Factor Analysis as a Methodo-

- logical Approach [Электронный ресурс] // Instituto de Analisis y Financiero, Universidad of Madrid. – 2008. – Режим доступа: <http://eprints.ucm.es/7979/1/60-08.pdf> (дата обращения: 30.03.2017).
- Mass uniqueness: a global challenge in the struggle for talent.** Report. Boston Consulting Group and WorldSkills Russia, 2019.
- McLaurin W.R.* The sequence from invention to innovation and its relation to economic growth // *Quarterly Journal of Economics*. – 1953. – Vol. 67. – Pp. 97–111.
- Mileva E.* Using Arellano-Bond dynamic panel estimators in Stata [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: http://home.aubg.edu/students/PVS110/ECO311/Panel_GMM/Elitz-UsingArellano%E2%80%9393BondGMMEstimators.pdf (дата обращения: 16.06.2016).
- Mills T., Peterson K.* *Palgrave Book of Economics. Volume 2: Applied Econometrics*. – New York: Palgrave McMillan, 2009. – 1385 p.
- Moreno R., Paci R., Usai S.* Innovation clusters in the European regions // *European Planning Studies*. – 2006. – Vol 14, № 9. – Pp. 1235–1263.
- Moreno-Serrano R., Paci R., Usai S.* Geographical and sectoral clusters of innovation in Europe // *The Annals of Regional Science*. – 2005. – Vol. 39. – Pp. 715–739.
- Morgan K.* The learning region: institutions, innovation and regional renewal // *Regional Studies*. – 1997. – Vol. 31. – Pp. 491–503.
- Musgrove P., Zeramindi R., Carrin C.* Basic patterns in national health expenditure // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2002. – Vol. 80, № 2. – Pp. 134–142.
- Nelson R.* *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. – N.Y.: Oxford University Press, 1993. – 541 p.
- Neto J.P.J., Clayessen J.C.R.* Capital-induced labor migration in a spatial Solow model // *Journal of Economics*. – 2015. – Vol. 115, № 1. – Pp. 25–47.
- Newhouse J.P.* Medical care expendirure: a cross-national survey // *The Journal of Human Resources*. – 1977. – Vol. 12, № 1. – Pp. 115–125.
- North D.* *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 152 p.
- Novoselov A.S., Marshalova A.S.* Regional Development Policies and Local Government in the Russian Federation // *Journal of Contemporary Management*. – 2016. – Vol. 5, № 1. – P. 73–84.
- OECD:** *How Regions Grow: Trends and Analysis*. – Paris: OECD Publishing, 2009. – 137 p.

- OECD:** Regions Matter: Economic Recovery, Innovation and Sustainable Growth. – Paris: OECD Publishing, 2009. – 198 p.
- OECD:** Main Science and Technology indicators. Paris: OECD Publishing, 2013. – 30 p.
- Paci R., Marrocu E., Usai S.* The complementary effects of proximity dimensions on knowledge spillovers // *Spatial Economic Analysis*. – 2014. – Vol. 9, № 1. – Pp. 9–30.
- Pegkas P., Tsamadias C.* Does higher education affect economic growth? The case of Greece // *International Economic Journal*. – 2014. – Vol. 28, № 3. – Pp. 425–444.
- Pakes A., Griliches Z.* Patents and R&D at the Firm Level: A First Look // In: *R&D, Patents, and Productivity* / Ed. by Z. Griliches. – Chicago: University of Chicago Press, 1984. – Pp. 55–72.
- Peri G.* Knowledge Fows, R&D Spillovers and Innovation. Discussion Paper № 03-40. – Leibniz: ZEW, 2003. – 56 p.
- Peters A.* Rising Unemployment Fuels Social Tensions in Russia [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.wsws.org/en/articles/2010/02/russ-f20.html> (дата обращения: 28.07.2016).
- Porter M.E.* The Competitive Advantage of Nations. – London: Macmillan, 1990. – 888 p.
- Pritchett L.* Where has all the education gone? – World Bank working paper № 1581. – 1995.
- Rebelo S.* Long-run policy analysis and long-run economic growth // *Journal of Political Economy*. – 1990. – Vol. 99, № 3. – Pp. 500–521.
- Robertson S.L.* Producing knowledge economies: The World Bank, the KAM, education and development // *Re-reading Education Policies: Studying the Policy Agenda of the 21st Century*. Netherlands: Sense Publishers. – 2008. – 23 p.
- Rodriguez-Pose A.* Innovation prone and innovation averse societies. Economic performance in Europe // *Growth and Change*. – 1999. – Vol. 30. – Pp. 75–105.
- Rodriguez-Pose A., Crescenzi R.* Research and development, spillovers, innovation systems, and the genesis of regional growth in Europe // *Regional Studies*. – 2008. – Vol. 42, N 1. – P. 51–67.
- Rodriguez-Pose A., Villarreal Peralta E.M.* Innovation and regional growth in Mexico: 2000-2010 // *Growth and Change*. – 2015. – Vol. 46, N 2. – P. 172–195.
- Rogers E.M.* Diffusion of Innovations. – New York: Free Press of Glencoe, 1962. – 367 p.

- Romer P.M.* Increasing returns and long-run growth // *Journal of Political Economy*. – 1986. – Vol. 94, № 5. – Pp. 1002–1037.
- Roodman D.* How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata // *The Stata Journal*. – 2009. – Vol. 9, № 1. – Pp. 86–136.
- Rothwell R.* Towards the fifth-generation innovation process // *International Marketing Review*. – 1994. – Vol. 11, № 1. – Pp. 7–31.
- Schultz T., Tansel A.* Wage and labor supply effects of illness in Cote D'Ivoire and Ghana: instrumental variable estimates for days disabled // *Journal of Development Economics*. – 1997. – Vol. 53, № 2. – Pp. 251–286.
- Schumpeter J.A.* *Capitalism, Socialism, and Democracy*. – London: Routledge, 1942. – 460 p.
- 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.
- Solow R.* Contribution to the theory of economic growth // *Quarterly Journal of Economics*. – 1957. – Vol. 70, № 1. – Pp. 65–94.
- Sorkin A.L.* *Health Economics in Developing Countries*. – Lexington, MA: Lexington Books, 1977. – 200 p.
- Swan T.* Economic growth and capital accumulation // *Economic Record*. – 1956. – Vol. 32, № 2. – Pp. 334–361.
- Teece D.J.* Capturing value from knowledge assets: The new economy, markets for know-how, and intangible assets // *California management review*. – 1998. – Vol. 40, № 3. – Pp. 55–79.
- Thornton J.* Estimating a health production function in the US: some new evidence // *Applied Economics*. – 2002. – Vol. 34, № 1. – Pp. 59–62
- Tobler W.* A computer movie simulating urban growth in Detroit region // *Economic Geography*. – 1970. – Vol. 46. – Pp. 234–240.
- Torres Preciado V.H., Polanco-Gaytan M., Tinoco-Zimeno M.A.* Technological innovation and regional growth in Mexico // *Annals of Regional Science*. – 2014. – Vol. 52. – Pp. 183–200.
- Sala-i-Martin X.X.* Regional cohesion: evidence and theories of regional growth and convergence // *European Economic Review*. – 1996. – Vol. 40. – Pp. 1325–1352.
- Savvides A., Stengos T.* *Human capital and economic growth*. – Stanford University Press, 2008. – 256 p.
- Schultz T.W.* Investment in Human Capital // *American Economic Review*. – 1961. – Vol. 51. – Pp. 1–17.
- Ulku H.* R&D, innovation and output: evidence from OECD and non-OECD countries // *Applied Economics*. – 2007. – Vol. 39, № 3. – Pp. 291–307.

- Untura G.A.* World tendencies of education and regional experience of NSU: from basic researches to innovations // Applied and Fundamental Studies: proceedings of the 2nd International Academic Conference, March 8–10, 2013. St. Louis, Missouri, USA / Ed. by Y. Maximov. – St. Louis, Missouri: Science and Innovation Center, 2013. . – Vol. 2. – Pp. 217–225. [Электронный ресурс] <http://conf-afs.com/ru/publication.html> (дата обращения: 23.05.2018).
- Usai S.* The geography of inventive activity in OECD regions // Regional Studies. – 2011. – Vol. 45, № 6. – Pp. 711–731.
- Uzawa H.* Optimal technical change in an aggregate model of economic growth // International Economic Review. – 1965. – Vol. 6, № 1. – Pp. 18–31.
- Van den Berg H., Lewer J.J.* International Trade and Economic Growth. – Routledge, 2015. – 305 p.
- Von Furstenberg G.M.* High-Tech Industries and Economic Growth // Business Economics. – 1986. – Vol. 21, № 3. – Pp. 43–45.
- Weil D.N.* Chapter 3. Health and Economic Growth // In: Handbook of Economic Growth. Volume 2. – Elsevier, 2014. – Pp. 623–682.
- Wooldridge J.* Introductory Econometrics. A Modern approach, Fifth edition. – Mason, OH: South Western, 2013. – 909 p.
- Xu K., Saksena P., Holly A.* The Determinants of Health Expenditure. A Country-Level Panel Data Analysis. – Geneva: World Health Organization, 2011. – 28 p.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Раздел 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ НА ДИНАМИКУ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА	15
Глава 1. ЭВОЛЮЦИЯ ТЕОРИЙ И ЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ	17
Глава 2. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ РФ	48
Раздел 2. ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЗАТРАТ НА НАУКУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ	112
Глава 3. ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КАПИТАЛА ЗДОРОВЬЯ В ЭНДОГЕННОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ	112
Глава 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЗАТРАТ НА ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКУ И ПЕРЕТОКОВ ЗНАНИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ	130
Глава 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ НАУКИ, ИННОВАЦИЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ РОССИИ	168

Раздел 3. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И НЕПРОСТРАНСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ	184
Глава 6. ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КОГНИТИВНОЙ БЛИЗОСТИ НА ИННОВАЦИИ В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ	184
Глава 7. ТРЕНДЫ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ И ПЕРЕТОКИ ЗНАНИЙ В РЕГИОНАХ РОССИИ	207
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	226
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	231

Тематический план изданий
ИЭОПП СО РАН, 2021 г.

Научное издание

М.А. Канева, Г.А. Унтура

**МОДЕЛИ ОЦЕНКИ
ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ
НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ
И ИННОВАЦИИ РЕГИОНОВ**

Ответственный редактор
чл.-корр. РАН В.И. Суслов

Оформление обложки *А.С. Кузнецова*.
Компьютерная верстка *В.В. Лысенко, А.П. Угрюмов*.

Подписано в печать 30 марта 2021 г.
Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Гарнитура «Таймс».
Объем п.л. 16. Авт.л. 15. Тираж 300 экз. Заказ № 32.

Издательство ИЭОПП СО РАН
Участок оперативной полиграфии ИЭОПП СО РАН
630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17