ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ[1]

О. С. Мариев, И. В. Савин, Е. Д. Игнатьева

В статье предложена модель определения основных факторов стимулирования инновационного развития производительных сил в российских регионах. Поскольку количество потенциальных факторов инновационного развития и соответствующих гипотез велико, процесс построения модели является ключевым этапом исследования. Новое эффективное решение данной задачи предложено на основе эвристичес-

[1] Исследование поддержано ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК 02.740.11.5234).

ких оптимизационных методов. Выбор модели основан на информационных критериях и тесте Саржана в рамках логарифмированной модели с панельными данными.

Инновационное развитие производительных сил в современных условиях является основным источником экономического роста, что обуславливает необходимость совершенствования подходов к моделированию и анализу факторов, стимулирующих данное развитие. Выбор наиболее существенных факторов является сложной задачей. В действительности эти факторы переплетены и взаимосвязаны, и для оценки их влияния на инновационное развитие производительных сил необходимо решать проблемы их агрегирования и группировки.

Результаты существующих эмпирических исследований факторов инновационной деятельности, отраженные в экономической литературе, нередко противоречат друг другу. Одной из причин тому может быть в известном смысле «интуитивный» (произвольный) выбор факторов, включаемых в эмпирическую модель исследования. В рамках проведенного исследования мы используем современные методы составления и тестирования эконометрических моделей, позволяющие получать более обоснованные результаты.

Можно согласиться с мнением ряда исследователей о том, что применительно к современным российским условиям основной фактор экономического роста — региональный [14], что обусловливает целесообразность использования для оценки факторов инновационного развития производительных сил показателей, агрегированных на региональном уровне. В качестве обобщающего результирующего показателя инновационного развития производительных сил, по нашему мнению, можно рассматривать показатель объема инновационной продукции (товаров, работ, услуг) организаций региона в денежном выражении. Показатель можно использовать в качестве объясняемой переменной в эконометрическом анализе влияния региональных факторов на инновационное развитие производительных сил. Показатели объема инновационной продукции, агрегированные по субъектам Российской Федерации, ежегодно представляются Федеральной службой государственной статистики (Росстат), при этом, в соответствии с принятым определением, под инновационной продукцией понимается продукция, в течение последних трех лет подвергавшаяся технологическим изменениям разной степени, а под объемом инновационной продукции — продукция, произведенная в текущем году на основе разного рода технологических инноваций. При этом в качестве технологических инноваций рассматриваются не только кардинально новые технологии на мировом рынке, знаменующие технологический прорыв в производстве того или иного вида продукции, но также адаптация и вовлечение в производство уже существующих идей и технологий для достижения относительно небольших частных улучшений в производстве. Однако даже относительно небольшие инновации предполагают совершенствование средств производства, а также необходимость вложения капитала в повышение уровня квалификации и образования работников, то есть качественные изменения всех элементов производительных сил.

В экономической литературе в качестве инновационных свойств производительных сил, от которых зависит объем и динамика производства инновационной продукции, выделяются инновационная способность и инновационная восприимчивость. От уровня инновационной восприимчивости производительных сил, которая выражается в возможности большего вовлечения в производство новых ресурсов, зависят скорость и масштаб распространения инноваций. Инновационная способность зависит от того, насколько полно работники способны использовать возможности новых средств производства, модернизировать, совершенствовать и обновлять производство. Таким образом, главным элементом инновационного развития производительных сил является совокупный работник с его знаниями и опытом [1].

В качестве информационной основы исследования влияния факторов стимулирования инновационного развития производительных сил нами были использованы показатели Федеральной службы государственной статистики по 75 регионам за 2000–2007 гг., опубликованные в официальных изданиях [7], а также содержащиеся в базах данных Росстата. Для выявления основных факторов и оценки их влияния на инновационное развитие производительных сил нами выдвинут ряд гипотез, согласно которым показатели, характеризующие инновационное развитие производительных сил, были разделены на следующие группы:

1. Уровень конкуренции на региональном рынке инновационной продукции.

Гипотеза о влиянии уровня конкуренции на инновационное развитие производительных сил региона, характеризуемое объемом произведенной инновационной продукции, является достаточно сложной с точки зрения эконометрического тестирования. Инновационное развитие производства, как указывают многие исследователи, является источником создания конкурентных преимуществ, поэтому предприятия стремятся к увеличению выпуска инновационной продукции. Это выражается в том, что конкуренция, являясь одним из главных факторов восприимчивости предприятий к инновациям, способствует внедрению современных технологий и освоению новых видов продукции и услуг в соответствии с потребностями рынка, а научно-техническое превосходство новой продукции становится основной формой конкуренции в инновационной сфере [5].

Ряд авторов указывают на «перевернуто U-образную» зависимость инновационной зависимости уровня инновационной активности предприятий от уровня конкуренции [9], которая заключается в том, что «умеренная» конкуренция способствует ускорению процесса внедрения инноваций, однако с усилением конкурентной борьбы ресурсы предприятий истощаются, а инновационный процесс замедляется или прекращается вовсе [8]. Известны результаты эмпирических исследований на базе российских данных, подтверждающих данную гипотезу [22].

В данном исследовании для тестирования гипотезы о влиянии конкуренции на объем инновационной продукции мы использовали показатели, агрегированные на региональном уровне, такие, как число организаций, осуществляющих инновационную деятельность, число поданных заявок и выданных патентов на изобретения, число использованных передовых производственных технологий и ряд других показателей.

2. Развитие малого предпринимательства.

Вопрос о роли малого предпринимательства в увеличении объема выпуска инновационной продукции в регионе также является предметом дискуссии в экономической литературе. Размер фирмы влияет на ее способность концентрировать финансовые и человеческие ресурсы для проведения НИОКР и осуществления инноваций. Чем крупнее фирма, тем у нее больше возможностей для перераспределения производственных ресурсов в инновационную сферу, а следовательно, увеличения объема инновационной продукции [8]. Кроме того, крупные компании заинтересованы в увеличении масштабов производства инновационной продукции, поскольку эффект от масштаба производства позволяет экономить необходимые для этого ресурсы. С другой стороны, малые предприятия с большей готовностью идут на риск и быстрее перестраиваются к изменениям предпочтений потребителей [23]. Малые предприятия обеспечивают организационную и экономическую гибкость всего производственного комплекса региона, что обеспечивает более высокую инновационную активность малых наукоемких предприятий по сравнению с крупными корпорациями [11, с. 51-52].

Развитие малых наукоемких предприятий, способных противостоять монополистам на рынке инновационной продукции, способствует развитию конкурентной среды и инновационной активности в регионе [6]. В свою очередь, уровень конкуренции на рынке инновационной продукции и инновационную активность мы рассматриваем в качестве важнейших факторов инновационного развития производительных сил региона.

В данном исследовании мы тестировали гипотезу о влиянии развития малого предпринимательства на выпуск инновационной продукции в регионе с помощью таких индикаторов, как доля малых предприятий в общем количестве предприятий региона и доля их выпуска в валовом региональном продукте (ВРП).

3. Инвестиционная активность в регионе.

Инвестиционная составляющая играет важную роль в инновационных процессах, и инновационное развитие производительных сил во многом определяется инвестиционной активностью в регионе. Для оценки этого влияния необходимо учитывать не только объем инвестиций, но также их структуру по формам собственности, источникам финансирования и видам экономической деятельности. Каждая из составляющих инвестиционных ресурсов играет определенную роль в инновационном развитии производительных сил, и только взаимодействие в сфере финансирования НИОКР государства, корпоративного сектора и научного сообщества призвано обеспечить прирост объема производства инновационной продукции. При этом государство играет организующую и регулиру-

ющую роль в финансировании инновационной деятельности [11].

Прямые иностранные инвестиции (ПИИ) являются не только источником, но и одним из каналов трансфера технологий, наряду с покупкой лицензий, внешней торговлей, сотрудничеством с зарубежными специалистами. Однако ряд эмпирических исследований свидетельствует о том, что прямых связей между объемом ПИИ и экономическим ростом нет; кроме того, может наблюдаться и обратная причинная связь. Эффективность ПИИ зависит от стратегии зарубежного инвестора, направленной либо на развитие российской экономики, либо на вытеснение отечественных предприятий. Поэтому ПИИ должны быть объектом тщательно продуманного регулирования со стороны государства, лишь в этом случае они становятся источником инновационного развития [10].

В формировании источников инвестиций важную роль играет кредитная система региона. Одним из направлений банковского кредитования является инвестирование инновационного бизнеса, следовательно, объем инновационной продукции должен зависеть от объема инвестиций, полученных за счет данного источника.

Таким образом, среди тестируемых переменных нами были представлены объемы прямых и портфельных зарубежных инвестиций, доли инвестиций за счет различных источников финансирования и форм собственности в общем объеме инвестиций в основной капитал организаций, а также долевые соотношения объемов инвестиций по видам деятельности.

4. Финансовое состояние предприятий региона.

Финансовое положение и финансовая устойчивость предприятий и организаций, функционирующих на территории региона, определяют размеры и стабильность финансовых ресурсов для осуществления инноваций. Рядом авторов финансовые трудности предприятий рассматриваются в качестве дополнительного стимула для внедрения инноваций [20], поскольку это позволит им в ближайшей перспективе добиться конкурентных преимуществ, увеличить объем выпуска инновационной продукции и повысить свою платежеспособность. Однако чем лучше финансовые показатели деятельности предприятий, тем выше возможности для инвестирования в инновации. От финансовой устойчивости предприятий зависят возможность и масштабы привлечения заемных средств и увеличение объема инновационного выпуска в регионе.

Для тестирования этой гипотезы мы использовали ряд показателей, характеризующих финансовое состояние предприятий и организаций региона, в том числе сальдированный финансовый результат их деятельности, размеры задолженности предприятий и организаций по кредитам, предоставленными кредитными организациями, в рублях и иностранной валюте.

5. Уровень развития инфраструктуры.

Инфраструктура региона играет важную роль в инновационном развитии производительных сил, поскольку от уровня ее развития зависит размер трансакционных издержек и рыночная эффективность производства инновационной продукции. Для характеристики «инфраструктурного» фактора обычно используют показатели развития транспортной, телекоммуникационной, а также финансовой инфраструктуры [18], которые мы также тестируем в данном исследовании.

6. Условия для генерации, восприятия и адаптации новых знаний.

В данном исследовании мы тестировали ряд индикаторов, характеризующих способность предприятий и организаций регионов создавать, воспринимать и адаптировать новые знания и технологии для производства инновационной продукции. Как отмечается в экономической литературе, восприимчивость предприятий к новым знаниям и готовность к их использованию для производства инновационного продукта зависит от уровня образования населения и уровня торговой активности региона [16]. Для проверки данной гипотезы были использованы показатели, характеризующие объем подготовки и обеспеченности регионов кадрами высокой квалификации, способными осуществлять НИОКР, а также показатели, характеризующие объем и интенсивность экспорта и импорта технологий и услуг технического характера в регионах.

7. Форма собственности на средства производства.

Форма собственности на средства производства определяет характер экономических интересов хозяйствующих субъектов, а следовательно, и стимулы для развития эффективного инновационного бизнеса. В экономической литературе в качестве наиболее эффективного собственника инновационных предприятий рассматривается местный частный капитал [24]. В данном ис-

следовании исследуется взаимосвязь между долей приватизированных государственных и муниципальных организаций и объемом выпуска инновационной продукции в регионе. Влияние формы собственности предприятий на объем выпуска инновационной продукции в регионе в нашем исследовании исследуется также на основе показателей объема инвестиций по формам собственности, которые вошли в состав группы факторов инвестиционной активности в регионе.

8. Уровень инновационной активности в соседних регионах.

В данном исследовании для характеристики уровня инновационной активности в соседних регионах мы использовали средние арифметические значения показателей инновационной активности предприятий в регионах, непосредственно граничащих с каждым из исследуемых регионов, хотя в экономической литературе предлагаются также и другие способы оценки факторов данной группы (например, посредством «матриц смежности» или «функций длины распада» [21]).

Способность экономики каждого региона к восприятию и адаптации новых знаний, а также уровень инновационной активности в соседних по отношению к нему регионов, то есть факторы групп 6 и 8 в совокупности, определяют возможность и масштабы диффузии знаний и технологий. Роль последней в инновационном развитии производительных сил исключительно важна, особенно для России, экономика которой характеризуется технологическим отставанием от экономически развитых стран в целом ряде отраслей.

9. Индикаторы социально-экономических условий для инновационной деятельности в регионе («контрольные переменные»).

В рамках данной группы мы тестировали ряд переменных, оказывающих влияние на инновационное развитие производительных сил, характеризующих «внешние эффекты» или условия социально-экономической среды в регионе. В частности, нами рассматривались такие показатели, как уровень ВРП на душу населения, доходы консолидированных бюджетов субъекта РФ, объем накопленного основного капитала, уровень безработицы, уровень преступности и другие индикаторы.

Необходимо отметить возможность замещения одних факторов другими, то есть ряд индикаторов, характеризующих ту или иную группу факторов, можно использовать в качестве индикаторов для характеристики другой группы. Например, показатель численности сотрудников отделов НИОКР предприятий, характеризующий способность экономики региона к восприятию и адаптации новых знаний, можно заместить переменными, характеризующими затраты на НИОКР и результативность проводимых исследований в виде количества зарегистрированных патентов и использованных передовых производственных технологий, которые представлены в группе факторов конкуренции на региональном рынке инновационной продукции. В свою очередь, переменные, характеризующие уровень конкуренции, можно рассматривать в качестве индикаторов «внешних эффектов» в группе «контрольные переменные».

Полный перечень тестируемых переменных приведен в таблице 1.

Несмотря на существование множества подходов, опирающихся на те или иные факторы инновационного развития, вряд ли можно говорить о существовании единой модели, включающей в себя весь комплекс факторов и основные инструменты стимулирования инновационного развития. Однако в научной литературе можно встретить ряд неотъемлемых характеристик подобной модели. В частности, данная модель должна быть нелинейной; объясняющие и объясняемая переменные должны быть «измеримы»; в модели должны учитываться «внешние эффекты», о которых говорилось выше; кроме того, модель должна учитывать неоднородность исследуемых регионов [3].

Для разработки модели мы использовали модифицированную «функцию генерирования знаний» типа Кобба — Дугласа [19] и трансформировали ее в логарифмическую форму, замещая некоторые переменные регрессорами из рассмотренных выше гипотез:

$$\ln Y_i = \alpha + \beta_1 \ln PMC_i + \beta_2 \ln SME_i + \\ + \beta_3 \ln FO_i + \beta_4 \ln EP_i + \beta_5 \ln Infra_i + \\ + \beta_6 \ln EF_i + \beta_7 \ln SAbs_i + \beta_8 \ln SN_i + \\ + \beta_9 \ln CV_i + u_i, \quad (1)$$

где Y_i — объем инновационной продукции региона i; α — константа; PMC_i — показатели уровня конкуренции на рынке инновационной родукции в регионе i; SME_i — показатели развития малого предпринимательства в регионе i; FO_i — переменные инвестиционной активности

Таблица 1

Список тестируемых переменных

Группа факторов	Показатель
Уровень конкуренции на рынке инновационной продукции	Доля организаций, осуществляющих инновационную деятельность в общем числе организаций
	Логарифм внутренних затрат на исследования и разработки (в том числе по видам затрат)
	Доля организаций, выполнявших научные исследования и разработки в общем числе организаций
	Логарифм количества поданных заявок на выдачу патентов на изобретения
	Логарифм количества выданных патентов на изобретения
	Логарифм числа используемых передовых производственных технологий
Развитие малого предпринимательства	Доля малых предприятий в регионе
	Доля выпуска малых предприятий в валовом региональном продукте (ВРП)
Инвестиционная активность	Логарифм объема инвестиций в основной капитал организаций
	Доли инвестиций в основной капитал организаций по различным видам деятельности
	Доли инвестиций в основной капитал организаций по формам собственности (государственная, муниципальная, частная смешанная)
	Логарифм объема прямых зарубежных инвестиций
	Логарифм объема портфельных зарубежных инвестиций
	Логарифм объема прочих зарубежных инвестиций
	Доли инвестиций в основной капитал организаций по источникам финансирования (собственные и привлеченные средства, включая кредиты банков и средства бюджетов)
Финансовое состояние предприятий	Логарифм сальдированного финансового результата деятельности организаций
	Доля прибыли организаций в ВРП
	Логарифм задолженности организаций по кредитам (в рублях)
	Логарифм задолженности организаций по кредитам (в иностранной валюте)
Развитие инфраструктуры	Логарифм густоты железнодорожных путей общего пользования (км путей на 10000 кв. км территории)
	Логарифм густоты автомобильных дорог путей общего пользования с твердым покрытием (км дорог на 1000 кв. км территории)
	Логарифм объема отправления грузов железнодорожным транспортом общего пользования (млн т)
	Логарифм объема перевозки грузов автомобильным транспортом общего пользования (млн т)
	Логарифм доходов от услуг связи населению в расчете на одного жителя
	Логарифм числа телефонных аппаратов сети общего пользования на 1000 человек населения
	Доля абонентов сотовой связи в общей численности населения региона
	Доля кредитных организаций в общем числе организаций в регионе
	Доля филиалов кредитных организаций в общем числе организаций в регионе
Форма собственности	Доля приватизированных государственных и муниципальных организаций в общем числе организаций в регионе
Условия для генерации, восприятия и адаптации новых знаний и технологий	Доля выпускников государственных и муниципальных вузов в общей численности населения региона
	Доля выпускников негосударственных вузов в общей численности населения региона
	Доля выпускников государственных и муниципальных средних специальных учебных заведений в общей численности населения региона

Окончание табл. 1

Группа факторов	Показатель
	Доля выпускников негосударственных средних специальных учебных заведений в общей численности населения региона
	Доля выпускников государственных и муниципальных вузов в общем выпуске специалистов вузами
	Доля выпускников государственных и муниципальных средних специальных учебных заведений в общем выпуске специалистов средними специальными учебными заведениями
	Логарифм численности сотрудников организаций, занятых исследованиями и разработками
	Логарифм приема и выпуска из аспирантуры в регионе
	Логарифм приема и выпуска из докторантуры в регионе
	Доля экспорта в страны дальнего зарубежья в ВРП
	Доля импорта из стран дальнего зарубежья в ВРП
	Доля экспорта в страны СНГ в ВРП
	Доля импорта из стран СНГ в ВРП
	Логарифм числа соглашений на экспорт технологий и услуг технического характера (млн руб.)
	Логарифм стоимости предмета соглашений на экспорт технологий и услуг (млн руб.)
	Логарифм поступления средств от экспорта технологий и услуг (млн руб.)
	Логарифм числа соглашений на импорт технологий и услуг (млн руб.)
	Логарифм стоимости предмета соглашений на импорт технологий и услуг (млн руб.)
	Логарифм поступления средств от импорта технологий и услуг (млн руб.)
Инновационная активность в соседних регионах	Логарифм объема инновационной продукции в соседних регионах
	Логарифм внутренних затрат на исследования и разработки в соседних регионах
	Доля организаций, выполнявших научные исследования и разработки в общем числе организаций в соседних регионах
	Логарифм количества выданных патентов на изобретения в соседних регионах
	Логарифм числа используемых передовых производственных технологий в соседних регионах
	Доля выпускников государственных и муниципальных вузов в общей численности населения в соседних регионах
	Логарифм численности сотрудников организаций, занятых исследованиями и разработками организаций в соседних регионах
Индикаторы социально-экономической среды в регионе («контрольные переменные»)	Логарифм ВРП
	Логарифм ВРП на душу населения
	Логарифм валового накопления основного капитала
	Логарифм доходов консолидированного бюджета субъекта РФ
	Доля численности занятого населения в общей численности населения региона
	Доля городского населения в общей численности населения региона
	Доля безработных в общей численности экономически активного населения
	Логарифм потребности в работниках, заявленной в органы государственной службы занятости
	Логарифм числа зарегистрированных преступлений на 100000 чел. населения

в регионе i; EP_i — показатели финансового состояния организаций в регионе i; $Infra_i$ — показатели уровня развития инфраструктуры в регионе i; EF_i — показатели формы собственности в регионе i; $SAbs_i$ — показатели, характеризующие способность региона i к восприятию и адаптации новых знаний и технологий; SN_i — показатели уровня инновационной активности в соседних регионах; CV_i — «контрольные» переменные.

Поскольку модель (1) является логарифмической, коэффициенты регрессии β_i представляют собой эластичности — процентное изменение Y_i в ответ на процентное изменение в соответствующей переменной. Так как подобное преобразование применимо только к положительным данным, часть переменных выражена в процентных отношениях (долях) или в виде средних величин.

Для получения неискаженных эмпирических оценок эффективности интересующих нас факторов и преодоления проблемы «эндогенности регрессоров» мы применили метод инструментальных переменных в контексте динамической спецификации модели (так называемый обобщенный метод моментов — *Generalized Method of Moments* [26]). Кроме того, протестировав имеющиеся данные с помощью теста Хаусмана, мы нашли эмпирическое подтверждение значимости «фиксированных эффектов» на уровне регионов. В результате эмпирическому тестированию подвергалась следующая обобщенная форма представленной выше модели:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + X_{it}\beta + Z_{\mu}\mu + \nu_{it}. \qquad (2)$$

где i — номер региона; t — период времени; Z_{μ} — матрица региональных дамми-переменных; μ_i, — фиксированные эффекты; X — матрица для k переменных и их значений для N регионов; β — вектор коэффициентов размером $k \times 1$; ν — вектор остатков размером $N \times 1$.

Для тестирования модели (2) использовался метод оценки инструментальными переменными, взятыми с лагом, по отношению к самому периоду эмпирической оценки t («системный обобщенный метод моментов», *system GMM* [17]). Данный подход наиболее предпочтителен для панельных данных с небольшим периодом наблюдений (в нашем случае — восемь лет) и широко применяется в исследованиях. Более детальное описание этого метода можно найти в научной литературе [26].

В данном исследовании параллельно рассматривались два возможных сценария применения «системного обобщенного метода моментов»: в первом случае регрессоры рассматривались как эндогенные (подверженные влиянию инновационной активности предприятий непосредственно в период осуществления инноваций); во втором случае делалось допущение о том, что регрессоры предопределены (подвержены влиянию с лагом в 1 период). В зависимости от этого нами использовано различное количество инструментальных переменных. Проверка правильности использования того или иного числа инструментальных переменных осуществлялась с помощью теста Саржана (*Sargan test*).

Перед непосредственным тестированием модели (2) требовалось определить, какие переменные должны быть включены в регрессионное уравнение. Процесс определения этих переменных имеет ключевое значение для результатов эмпирического анализа: включение слишком большого количества регрессоров приводит к нестабильности результатов эмпирической оценки модели, а исключение важных переменных может привести к искаженным оценкам.

Рассмотрим проблему оптимизации структуры регрессионной модели в общем случае:

$$y_i = \alpha + \beta x_t^{opt} + u, \qquad (3)$$

где u — вектор остатков, а $x_t = (x_{1,t}, ..., x_{k,t})$ — это вектор k-переменных с x_t^{opt} в качестве оптимальной структуры модели, которую мы стремимся определить. Мы можем получить x_t^{opt} как произведение матрицы X из уравнения (2) и вектора ω, составленного из единиц и нулей, указывая соответственно, какие из переменных включены в модель, а какие нет.

За последнее десятилетие в научной литературе предложен ряд стратегий по формированию оптимальных регрессионных моделей на основе больших баз данных. Среди них методы определения модели «от общего к частному» (*general-to-specific*) и альтернативный ему метод, идущий «снизу вверх» (*bottom-up*) [25]. Если говорить кратко, оба метода основаны на критериях R^2 и t-статистики с пошаговой процедурой регрессии. Тем не менее применение этих методов не приводит к единой регрессионной модели, а значит, не может считаться надежным методом оптимизации структуры модели. Еще одним методом одновременного определения и оценки регрессионной модели является метод

ЛАССО, активно применяемый на сегодняшний день в научных исследованиях, однако дающий асимптотическое искажение получаемой оценки [27,29].

Следует также сказать о возможности использования информационного критерия (*IC*) для отбора модели согласно ее объясняющей способности и дополнительному «штрафу» за количество включенных в нее регрессоров [28]. В данном исследовании мы использовали информационные критерии Баэза (*BIC*) и Хэннан — Куинна (*HQIC*), имеющих схожую структуру:

$$IC = \ln(\hat{\nu}^2) + f(h,n), \qquad (4)$$

где $\hat{\nu}^2$ — оценка остаточной суммы квадратов, а второе слагаемое в правой части уравнения — «штраф» за количество включенных переменных (h). Данный «штраф» зависит от количества наблюдений (n), которое в нашем случае составляет 600 — число регионов (75) помноженное на число лет (8).

Качество эмпирической оценки модели, представленной в уравнениях (1)-(2), критически зависит от определения общего минимума целевой функции (4). Известно, что близкие по значению информационные критерии могут приводить к абсолютно противоположным моделям и выводам. Минимизировать функцию (4) относительно сложно, поскольку область поиска модели дискретна, и классические градиентные методы в данном случае неприменимы. Полный перебор всех возможных решений невозможен для нашей модели даже с использованием современных компьютеров по причине колоссального количества комбинаций потенциальных регрессоров.

Для решения данной задачи нами были применены так называемые эвристические методы оптимизации, получившие развитие и широкое применение в различных областях науки. Данные методы зачастую основаны на процессах, наблюдаемых в природе (как, например, метод закаливания стали или метод скрещивания ДНК), и потому, часто называются эволюционными методами.

В рамках данного исследования два эволюционных метода (пороговое принятие и генетические алгоритмы») были применены к данным Росстата и в результате симуляционных экспериментов (по типу метода Монте-Карло) было показано, что генетические алгоритмы демонстрирует лучший результат [26]. Потому конечные результаты исследования рассчитаны только для генетических алгоритмов.

Генетические алгоритмы как эволюционный метод работает с популяцией возможных решений, благодаря чему исследует область поиска по множеству направлений, что снижает вероятность того, что он «застрянет» на отдельно взятом «локальном минимуме». Члены популяции («хромосомы») представлены в качестве битовых строчек с двумя возможными значениями: 1 и 0 (прямая аналогия с вектором ω). В каждом «поколении» (обновлении популяции) Алгоритм замещает часть худших хромосом новыми («детьми»), которые потенциально лучше подходят для решения поставленной задачи. Дети формируются с помощью процессов «скрещивания» и «мутации» лучших членов популяции. При этом в процессе подбора отдельных элементов для скрещивания и мутации вводится определенная случайная составляющая, чтобы обеспечить поиск возможного решения проблемы по возможно большему количеству направлений. Более подробное описание Алгоритма можно найти в литературе [4, 26].

Результаты эмпирического исследования значимости факторов инновационного развития производительных сил представлены в таблице 2. Они отражают усредненное влияние значимых показателей на выпуск инновационной продукции по российским регионам. Результаты исследования представлены по двум сценариям использования инструментальных переменных (регрессоры в правой части уравнения (2) рассматривались как эндогенные и как предопределенные) и для обоих информационных критериев. Тот факт, что полученные результаты весьма схожи, свидетельствует о стабильности полученных оценок. Три из девяти гипотез — о значимом влиянии развития малого предпринимательства (размера предприятий), формы собственности предприятий и «контрольных» переменных на выпуск инновационной продукции региона — не нашли эмпирического подтверждения в рамках данного исследования.

Согласно результатам, представленным в таблице 2, количество выданных патентов и количество используемых передовых производственных технологий оказывает положительное влияние на объем инновационных товаров, работ и услуг организаций в регионе. На основании данного результата можно судить о диффузии знаний внутри региона: новые патенты и техно-

Таблица 2

Результаты эконометрического моделирования региональных факторов инновационного развития производительных сил

Сценарий	Эндогенные регрессоры		Предопределенные регрессоры	
	критерий		критерий	
	BIC	HQIC	BIC	HQIC
Выпуск инновационной продукции в предшествующий период ($t-1$)	0,29***	0,24***	0,25***	0,17***
Логарифм количества выданных патентов	*0,26***	*0,24***	*0,22**	*0,18**
Логарифм количества используемых передовых производственных технологий	*0,29***	*0,23***	*0,25***	*0,33***
Показатели развития малого предпринимательства	—	—	—	—
Логарифм инвестиций в основной капитал организаций	—	—	0,49***	0,50*
Доля частных инвестиций в основной капитал организаций	—	0,01*	—	0,01*
Доля инвестиций в здравоохранение	—	—	—	0,04***
Логарифм объема прямых зарубежных инвестиций	—	*0,05***	—	*0,05***
Доля прибыли предприятий и организаций в ВРП	*0,03****	*0,03****	*0,02****	*0,01**
Логарифм задолженности организаций по кредитам (в рублях)	—	0,01	—	—
Логарифм густоты железнодорожных путей общего пользования	0,17**	0,15***	—	—
Логарифм объема перевозки грузов автотранспортом общего назначения	—	—	—	0,15***
Доля выпускников государственных средних специальных учебных заведений	*–0,07***	*–0,05***	*–0,05****	*–0,04**
Логарифм объема выпуска инновационной продукции в соседних регионах	*0,31****	*0,29****	*0,25****	*0,24****
Логарифм количества выданных патентов в соседних регионах	*–0,36****	*–0,33****	*–0,31**	*–0,31**
Форма собственности предприятий	—	—	—	—
«Контрольные» переменные	—	—	—	—
R^2-скорректированный	87%	88%	87%	88%

Примечание: ***, **, * — регрессоры статистически значимы на уровне 1,5 и 10% соответственно.

логии, являясь инструментами передачи знаний, способствуют инновационному развитию производительных сил региона. Кроме того, полученный вывод о положительном влиянии количества патентов и технологий свидетельствует о возможности использования данных индикаторов для оценки потенциала инновационного развития производительных сил региона.

Как видно из таблицы 2, положительное влияние инновационного выпуска в соседних регионах соседствует с негативным эффектом от количества выданных в них патентов. Первый из указанных эффектов объясняется тем, что товары и услуги, импортируемые из соседних регионов, являются поставщиками новых знаний предприятиям данного региона.

Вывод о негативном влиянии на выпуск инновационной продукции в регионе количества выданных патентов в соседних регионах является достаточно неожиданным результатом, хотя он статистически значим и включен в итоговые спецификации моделей в соответствии с обоими информационными критериями, что подчеркивает его важность для проведенного исследования. Примеры проведенных эмпирических исследований в США и Западной Европе указывают на то, что патенты являются средством передачи знаний [15], а значит должен иметь место положительный эффект их влияния на выпуск инновационного продукта.

Одним из объяснений данного вывода может служить наличие административных барьеров, неготовность местных властей способствовать продвижению новых технологий на региональный рынок [2, с. 253]. Другим объяснением может служить тот факт, что определенная часть инновационных предприятий в России сконцентрирована в ряде особых экономических зон

(ОЭЗ), где они пользуются определенными налоговыми и другими льготами. Нередко регионы с ОЭЗ на своей территории вместо того чтобы служить источником новых знаний для других регионов, «поглощают» инновационные предприятия соседних регионов.

Полученный результат свидетельствует о том, что использование знаний и технологий в России нередко замыкается в рамках отдельных регионов, что обусловливает целесообразность создания в рамках российских венчурных фондов и других организаций, призванных стимулировать инновационную активность, механизмов, способствующих диффузии знаний и технологий. Следует отметить, что при получении данного результата использовалась географическая концепция определения соседства регионов, в соответствии с которой для каждого из исследуемых регионов соседние регионы отбирались по признаку географической близости. Однако тестирование данной гипотезы на основе экономической концепции, когда для определения соседства регионов используются экономические критерии, несомненно, может представлять интерес с точки зрения оценки эффекта от диффузии знаний и технологий.

При тестировании гипотезы о влиянии инвестиционного фактора на выпуск инновационной продукции в регионе положительный эффект был обнаружен для прямых зарубежных инвестиций. Тем не менее, нельзя не отметить, что уровень данного влияния очень мал. Это может объясняться рядом причин, в частности тем, что новые продукты и технологии, получаемые за счет прямых зарубежных инвестиций, не являются принципиально новыми, а представляют собой имитации уже используемых за рубежом технологий, а также недостаточностью объема самих прямых зарубежных инвестиций. В то же время полученные данные о влиянии прямых зарубежных инвестиций на выпуск инновационной продукции в регионе свидетельствуют о том, что их стимулирование может стать важным приоритетом российской программы по стимулированию инновационной деятельности.

Для гипотезы по финансовым показателям предприятий единственным значимым регрессором была определена доля агрегированной чистой прибыли компаний в ВРП. Однако величина данного эффекта крайне мала. Для того чтобы сделать какие-либо конкретные выводы о влиянии финансового успеха компаний на их инновационную активность, необходимо проводить эмпирический анализ на уровне отдельных компаний, а не регионов.

В группе показателей, характеризующих региональные условия для генерации, восприимчивости и использования новых знаний в производстве инновационной продукции, статистически значимым (но с отрицательным влиянием) определен показатель доли выпускников государственных и муниципальных средних специальных учебных заведений. Неожиданность такого результата состоит в том, что работники — активный элемент производительных сил, а должный уровень образования и профессиональной подготовки кадров, способных осуществлять НИОКР, осваивать и внедрять новые технологии для производства инновационной продукции, является необходимым условием инновационного развития производительных сил. Одна из возможных причин данного негативного результата, возможно, заключается в «смещении отбора», когда лучшие абитуриенты стремятся в более престижные по своему статусу высшие учебные заведения, преимущественно в столичных городах, а в средние специальные учебные заведения, соответственно, поступают менее активные и мотивированные абитуриенты. Другая причина может заключаться в несоответствии объема и структуры подготовки специалистов средними специальными учебными заведениями потребностям предприятий и организаций региона, осуществляющих выпуск инновационных товаров или услуг.

При формировании направлений государственной поддержки и стимулирования подготовки кадров в соответствии с потребностями инновационного развития производства может быть полезным использование зарубежного опыта. Например, в Германии осуществляются государственная поддержка и стимулирование развития региональной сети образовательных инновационных институтов, ведущих обучение и профессиональную подготовку кадров в соответствии с идеей «долговременного обучения», поддержка таких учебных программ в учебных заведениях, которые направлены на формирование у будущих выпускников навыков, необходимых для освоения современных технологий [13]. В более широком плане решение проблемы повышения уровня и престижности профессионального образования в России невозможно без

повышения инновационной культуры населения в целом.

Показатели уровня развития инфраструктуры в регионе не оказались значимыми в рамках обоих сценариев оценивания. Так, в зависимости от конкретных допущений (в рамках одного из использованных сценариев), можно судить о положительном влиянии на выпуск инновационной продукции в регионе уровня развития транспортной инфраструктуры (по показателям густоты железнодорожных путей общего пользования и объема перевозки грузов автомобильным транспортом) и косвенно — уровня развития социальной сферы (по доле инвестиций в основной капитал в здравоохранение). Получение более конкретных выводов о влиянии развития инфраструктуры на объем выпуска инновационной продукции в регионе в рамках данной модели не представляется возможным.

Отсутствие среди наиболее значимых регрессоров показателей развития малого предпринимательства в регионе можно объяснить тем, что малые предприятия с большой осторожностью относятся к инновационному бизнесу из-за высокой степени риска. Для наиболее полной реализации инновационного потенциала малых предприятий необходима государственная поддержка развития малого наукоемкого бизнеса, а также создание условий для частного инвестирования инновационных проектов [10, с. 52].

Полученные результаты эконометрического анализа региональных факторов инновационного развития производительных сил региона могут быть использованы при разработке направлений региональной инновационной политики и государственного регулирования инновационной деятельности, а также при обосновании стратегий развития российского инновационного бизнеса.

Список источников

1. Инновационная экономика. Информационная технология САПФИР. Раздел 2.1. Фазовый анализ производительных сил. [Электронный ресурс]. URL: http://mmop.vstu.ru/Khosenkov/?page_id=19.

2. *Котлярова С. Н.* Инновационные барьеры и перспективы развития отраслевых рынков на примере строительной отрасли // Экономика региона. — 2010. — № 3. — С. 250-254.

3. *Мариев О. С., Решетова Я. М., Савин И. В.* Моделирование региональных факторов развития инновационного потенциала России. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. — 64 С.

4. *Мариев О. С., Савин И. В.* Факторы инновационной активности российских регионов. Моделирование и эмпирический анализ // Экономика региона. — 2010. — № 3. — С. 235-244.

5. *Огородникова Ю. Г.* Конкурентные отношения в инновационной деятельности// Вестник ТИСБИ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tisbi.org/science/vestnik/2000/issue2/11.html.

6. Реализация конкуренции в инновационной деятельности. [Электронный ресурс]. — URL: http://projects.innovbusiness.ru/content/document_r_8DEC07FD-526D-4941-B380-55BB5EA5E039.html.

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2008 : стат. сб. / Росстат. — М., 2008. — 999 с.

8. *Сидоренко В. Г.* Факторы развития инновационной активности предприятий [Электронный ресурс]. — URL: http://oad.rags.ru/vestnikrags/issues/issue0307/030715.htm.

9. *Симачев Ю. В.* Направления и факторы реформирования промышленных предприятий // Экономический журнал ВШЭ. — 2001. — № 3. С. 328-347.

10. Создавать технологии или заимствовать их? Наука и технологии России [Электронный ресурс]. — URL: http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=223&d_no=15442.

11. *Суховей А. Ф., Голова И. М.* Инновационные возможности саморазвития региона. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. — 200 С.

12. *Тюрина А. В.* Инновационное финансирование как фактор социально-экономического развития стран // Финансовый менеджмент. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.finman.ru/articles/2004/3/2299.html.

13. *Фадеева В.* Национальная инновационная система Германии [Электронный ресурс]. — URL: http://www.povestka.ru/nnovation/n14.htm.

14. Экономический рост России — факторы экономического роста // Мировой кризис. Аналитический портал. [Электронный ресурс]. URL: http://www.crizis.org/growup/.

15. *Bacchiocchi E., Montobbio.* Knowledge diffusion from university and public research. A comparison between US, Japan and Europe using patent citations // Journal of Technology Transfer. — 2009.– 34(2). — P. 169-181.

16. *Bilbao-Osorio B., Rodriguez-Pose A.* From R&D to innovation and economic growth in the EU. Growth and Change — 2004. — 35(4). — P. 434-455.

17. *Blundell R., Bond S.* Initial conditions and moment restrictions in dy-namic panel data models // Journal of Econometrics. — 1998. — № 87(1)/ — P. 115-143.

18. *Cainelli G., Evangelista R., Savona M.* Innovation and economic per-formance in services: a firm-level analysis // Cambridge Journal of Economics. — 2006. — №30(3). — P. 435-458.

19. *Crescenzi R., Rodriguez-Posa A., Storper M.* The territorial dynamics of innovation: a Europe-United States comparative analysis // Journal of Economic Geography.– 2007. — №7(6). — P. 673-709.

20. *Funk M.* Business cycles and research investment // Applied Economics. — 2006. — №38. — P. 1775-1782.

21. *Klotz S.* Econometric models with spatial autocorrelation — an introductory survey // Jahrbücher f. Nationalökonomie u. Statistik. — 1997. — No 218(1+2). — P. 168-196.

22. *Kozlov K., Yudaeva K.* Imitations and innovations in a transition economy // Technical report. BOFIT. 2004. [Electronic resource]. — URL: http://www.bof.fi/bofit/seminar/bofcef05/innovations.pdf

23. *Merivate E. J., Pernias J. C.* Innovation complementarity and scale of production // Journal of Industrial Economics. — 2006. — № 54(1). — P. 1-29.

24. Ownership, performance, and innovation in China's large- and medium-size industrial enterprise sector / Jefferson G., Hu A. G. Z., Guan X., Yu X. // China Economic Review. 2009. — No 14(1). — P. 89-113.

25. *Perez-Amaral T., Gallo G .M., White H.* A flexible tool for model building. The relevant transformation of the inputs network approach (RETINA) // Oxford Bulletin of Economics and Statistics. — 2003. — No 65(1). — P. 821-838.

26. *Savin I., Winker P.* Heuristic Optimization Methods for Dynamic Panel Data Model Selection. Application on the Russian Innovative Performance, Computational Economics (forthcoming). [Electronic resource]. — URL: http://econpapers.repec.org/paper/comwpaper/027.htm

27. *Savin I.* (2010) A comparative study of the Lasso-type and heuristic model selection methods // COMISEF Working Papers. 2010. — 042.

28. *Sin C.-Y., White H.* Information criteria for selecting possibly mis-specified parametric models // Journal of Econometrics. — 1996. — № 71(1-2). — P. 207-225.

29. *Tibshirani R.* Regression shrinkage and selection via the lasso // Journal of the Royal Statistical Society. — 1996. — № 58(1). — P. 267-288.

УДК 330.43:332.14

ключевые слова: инновации, эконометрическое моделирование, региональные факторы, производительные силы, оптимизация