



ПРЕЗИДЕНТСКАЯ
АКАДЕМИЯ



Центр междисциплинарных
исследований человеческого
потенциала

Оценка инновационного потенциала регионов России

Научный дайджест № 3 (32) • 2024



Научный центр мирового уровня «Центр междисциплинарных исследований человеческого потенциала» создан в ноябре 2020 г. в рамках Национального проекта «Наука» как консорциум четырех организаций – лидеров в данной области научного знания: НИУ ВШЭ, РАНХиГС, МГИМО МИД России и Института этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН.

Создание Центра стало самой масштабной в России инициативой в области социальных и гуманитарных наук за последние десятилетия. Среди его основных задач – не только проведение исследований мирового уровня в области развития человеческого потенциала, но и налаживание кооперации с зарубежными организациями-лидерами, запуск образовательных программ, создание передовой научной инфраструктуры, обеспечение трансфера полученных результатов в практику государственного управления и образование.

Центр реализует 80 научных проектов. Программа исследований охватывает ключевые аспекты человеческого потенциала, актуальные сегодня в глобальной повестке:



социальное и гуманитарное измерение человеческого потенциала



нейрокогнитивные механизмы социального поведения



демографические и социальные факторы активного долголетия



природно-климатические детерминанты устойчивого развития



занятость, социальная активность и формирование ключевых навыков и компетенций



человеческий потенциал и безопасность в глобальном мире



человек в эпоху технологических трансформаций

Научный дайджест подготовлен в рамках проекта «Анализ влияния человеческого капитала на технологическое развитие и экономический рост РФ».

Руководитель проекта «Научный дайджест НЦМУ ЦМИЧП»: О. В. Ворон
Автор: А.В. Божечкова
Редактор: М. А. Кучеренко

Введение

Замедление темпов роста мировой экономики, наблюдаемое после мирового финансового кризиса и определяемое в экономической литературе понятием долговременной стагнации, обусловлено действием ряда фундаментальных факторов, включая демографическую структуру населения, замедление темпов научно-технического прогресса, тенденцию к деглобализации международной торговли и др. [Eggertsson, Mehrotra, 2017]. Проблема поддержания устойчивых темпов экономического роста также актуальна и для российской экономики. Поиск источников устойчивого экономического роста играет важную роль в условиях текущих вызовов. Так, функционирование российской экономики в условиях структурной перестройки, санкционного давления, ограничений на движение капитала и доступа к мировым передовым технологиям определяет высокую значимость технологической модернизации, перехода от модели экономического роста через заимствование технологий к модели инновационного развития. В этой связи особую актуальность приобретает оценка инновационного потенциала регионов России, определение регионов-лидеров, формирующих эффективную инновационную границу, а также регионов, отстающих от данной границы, выявление ключевых факторов технологической эффективности одних российских регионов и отставания других. Анализ мест, препятствующих созданию и распространению инноваций, представляется важным аспектом реализации Концепции технологического развития на период до 2030 года¹.

Понятие инновационного потенциала является многогранным. Оно может рассматриваться как часть более общего – например, конкурентоспособности страны, ресурсного потенциала, научно-технического потенциала страны или региона, уровня знаний и т.д. Также же под инновационным потенциалом понимается комплексная характеристика инновационной деятельности, учитывающая как осуществление самого процесса (т.н. инновационную активность), так и её эффективность (т.н. инновационную восприимчивость) [Vozhechkova et al, 2014].

В рамках данного исследования реализован подход к оценке инновационного потенциала регионов России с использованием экономико-математических методов, а также выявлены факторы динамики инновационного потенциала.

¹ Концепция технологического развития на период до 2030 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 года №1315-р)

Методология

Общепризнанным в оценке уровня инновационного потенциала является необходимость отражения ресурсной и результирующей компонент, связанных с этим понятием. К ресурсным компонентам, как правило, относят факторы инновационной деятельности (занятые в секторе НИОКР, частные и государственные затраты на НИОКР, число научно-исследовательских институтов и т.д.). Результирующая компонента, как правило, означает некоторый сводный индикатор инновационной активности, составленный из следующих показателей: число выданных патентов на изобретения и патентов на модели, доля высокотехнологичного экспорта в общем объеме экспорта, доля продаж новых продуктов на рынке в общем обороте и т.д.

Существует множество подходов, среди которых можно выделить рейтинговые методы, основанные на экспертных оценках, методы регрессионного анализа, подходы с позиций вычисления синтетических, интегральных индексов, метод стохастической границы (stochastic frontier), а также метод огибающих (data envelopment analysis). В рамках данного исследования используется метод огибающих, относящийся к группе непараметрических методов. Данный метод позволяет построить эффективную инновационную границу, составленную регионами, для которых характерна наилучшая практика, т.е. наилучший результат деятельности инновационного сектора при определенном уровне издержек на её реализацию. На основе метода огибающих рассчитывается степень технологической неэффективности регионов, отстающих от эффективной границы, как расстояние до этой границы. Несмотря на чувствительность данного метода к существенным отклонениям значений исследуемых показателей от среднего уровня по регионам, метод огибающих позволяет построить многопродуктовую модель (учесть множество характеристик выпуска инновационного сектора). Также для данного метода характерно отсутствие необходимости использовать экспертные веса, априорные предположения о функциональной форме производственной функции.

Для оценки динамики инновационного потенциала мы используем модификацию метода огибающих, описанную выше и предложенную в работе [Simar, Wilson, 1998]. Множество ($\widehat{\Psi}_{DEA}$), соответствующее эффективной производственной границе инновационного сектора, может быть описано следующим образом:

$$\widehat{\Psi}_{DEA} = \{(x, y) \in \mathbb{R}^{p+q} \mid y \leq \sum_{i=1}^n \gamma_i y_i; x \geq \sum_{i=1}^n \gamma_i x_i; \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1; \gamma_i \geq 0, i = 1, \dots, n\}, \quad (1)$$

где x – вектор p входных параметров;

y – вектор q результирующих параметров;

где $i = 1, \dots, n$ – индекс наблюдений.

Оценка эффективности производства, ориентированного на минимизацию входных ресурсов, получена на основе решения задачи линейного программирования, заключающейся в максимизации результата деятельности инновационного сектора при фиксированных затратах.

Для оценки инновационного потенциала регионов России в качестве входных параметров модели использовался следующий набор переменных (см. Таблица 1).

Таблица 1

Переменные, характеризующие затраты и результаты деятельности инновационного сектора регионов РФ²³

Переменные, характеризующие затраты инновационного сектора (входные параметры модели)	Переменные, характеризующие результат деятельности инновационного сектора (результатирующие параметры)
<ul style="list-style-type: none"> численность студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена (% от численности населения); численность студентов, обучающихся по программам подготовки квалифицированных рабочих, служащих (% от численности населения); выпуск специалистов среднего звена (% от численности населения); численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры (% от численности населения); выпуск бакалавров, специалистов, магистров (% от численности населения); численность аспирантов (% от численности населения); численность докторантов (% от численности населения); численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (% от численности населения); доля занятых со средним профессиональным уровнем образования в общей численности занятых (%); доля занятых с высшим уровнем образования в общей численности занятых (%); среднее число лет обучения занятого населения (лет)²; внутренние затраты на научные исследования и разработки (% ВРП); затраты на инновационную деятельность организаций (% ВРП). 	<ul style="list-style-type: none"> число патентов на изобретения (% от численности населения); число патентов на модели (% от численности населения); разработанные передовые производственные технологии (% от численности населения); используемые передовые производственные технологии (% от численности населения); уровень инновационной активности организаций; удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации в общем числе обследованных организаций (%); объем инновационных товаров, работ, услуг (в % от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг); экспорта машин и оборудования (% ВРП); индекс экономической сложности региона в 2018 г.³

Источник: составлено авторами на основе данных Росстата (сборники «Регионы России. Социально-экономические показатели», «Труд и занятость в России»).

Выборка представлена 79 регионами РФ⁴ за период 2005–2020 гг. Оценки инновационного потенциала проводились как на ежегодных данных, так и на данных, усредненных за весь исследуемый период, что позволило сгладить проблему пропусков в данных [Божечкова и др., 2020].

² Среднее число лет обучения занятого населения рассчитано по формуле: доля занятого населения с высшим образованием * 16 лет + доля занятого населения со средним общим образованием * 11 лет + доля занятого населения со средним профессиональным образованием * 12 + доля занятого населения со средним основным образованием * 9 лет.

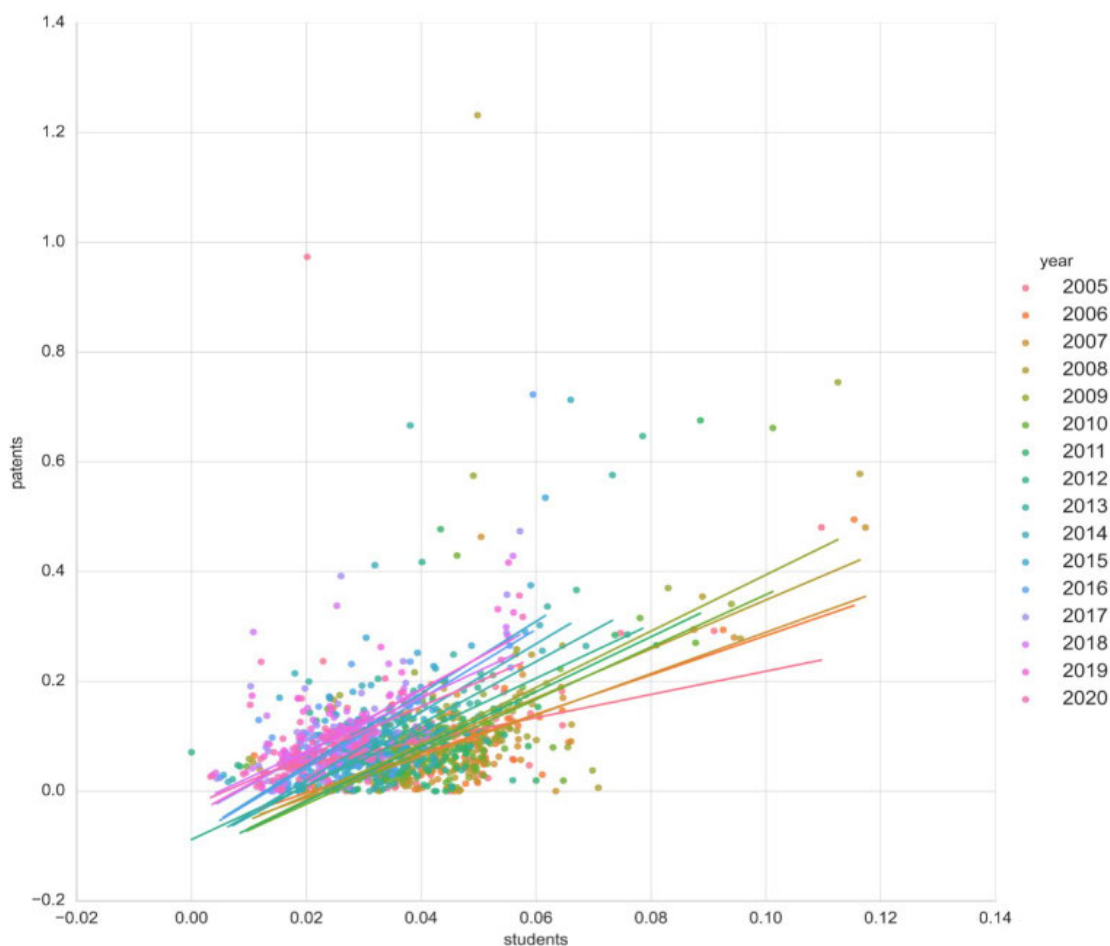
³ Индекс экономической сложности регионов России рассчитан в работе [Любимов, Якубовский, 2020]. Индекс экономической сложности отражает сложность отраслевой структуры экономики.

⁴ Из выборки исключена Чеченская Республика, все автономные округа включены в состав соответствующих субъектов — из-за отсутствия статистических данных по ряду используемых показателей

В качестве иллюстративного примера, предваряющего построение эффективной производственной границы, рассмотрим двумерную диаграмму рассеяния в координатах «численность студентов ВУЗов (% от численности населения)» – «число патентов на изобретения (% от численности населения)» (см. рисунок 1). Линии регрессии, связывающие два данных показателя в каждый отдельный год, постепенно смещаются вверх, что свидетельствует об увеличении числа патентов с течением времени при относительно стабильной доле студентов в общей численности населения региона, что в терминах задачи линейного программирования означает увеличение результата при фиксированных затратах или сдвиг границы инновационных возможностей в сторону её расширения с 2005 г. по 2020 г. Отметим, что в данном простом примере показатель численности студентов ВУЗов представляет собой аппроксимацию уровня человеческого капитала, наличия профессорско-преподавательского состава, научно-исследовательской базы в регионе, потенциально оказывающих влияние на инновационную активность.

Рисунок 1

Численность студентов ВУЗов (% от численности населения) и число патентов (% от численности населения) регионов РФ за период 2005–2020 гг.

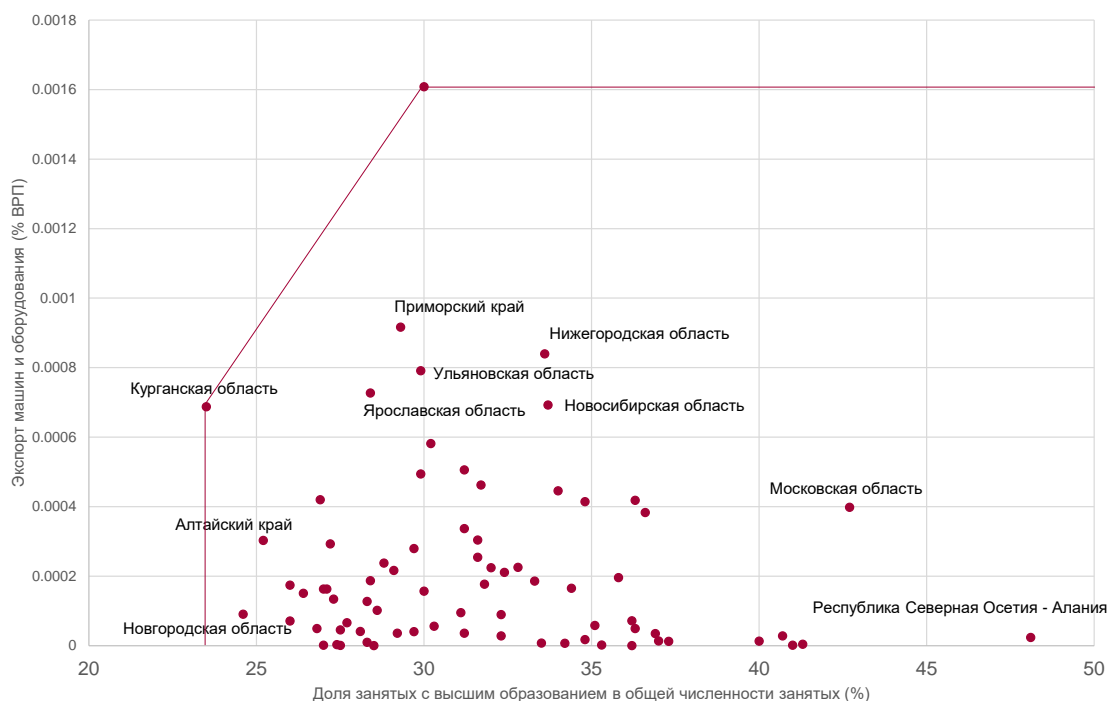


Источник: Сборник «Регионы России. Социально-экономические показатели», расчеты авторов.

Рассмотрим построение эффективной инновационной границы для двумерного случая в координатах «доля занятых с высшим образованием в общей численности занятых (%)» – «экспорт машин и оборудования (в % ВРП)». Для более наглядных построений из выборки исключены г. Москва и г. Санкт-Петербург, существенно отстоящие от общего облака точек в связи с их лидирующим положением по данным показателям. На рисунке 2 изображена граница технологической эффективности, построенная на точках, её формирующих по Рязанской и Курганской областям. Для данных регионов характерен максимальный результат при фиксированных затратах. Так, например, при примерно одинаковой доле занятых с высшим образованием в общей численности занятых в Рязанской и Ульяновской областях доля экспорта машин и оборудования в ВРП в Рязанской области почти в 2 раза превышала аналогичный показатель Ульяновской области в 2019 году. Курганская область в 2019 году характеризуется самой низкой долей занятых с высшим образованием в общей численности занятых (около 24%) среди регионов, входящих в выборку, сопоставимой с Новосибирской и Ульяновской областями долей экспорта машин и оборудования в ВРП. В республике Северная Осетия – Алания, напротив, наблюдаются высокие показатели человеческого капитала (47–48% занятых с высшим образованием в общей численности занятых) при крайне низких значениях доли экспорта машин и оборудования в ВРП. Данный результат свидетельствует о технологической неэффективности данного региона в терминах показателя экспорта машин и оборудования.

Рисунок 2

Граница эффективности инновационного сектора по показателю экспорта машин и оборудования (в % ВВП) в 2019 г.



Источник: Сборники «Регионы России. Социально-экономические показатели», «Труд и занятость в России», расчеты авторов.

Учитывая множество возможных вариантов построения эффективной границы инновационного сектора, в таблице 2 представлен наиболее устойчивый к используемой комбинации входящих и исходящих параметров результат ранжирования регионов РФ по уровню технологической эффективности (или степени отставания от границы инновационного потенциала). Оценки проведены на усредненных за период 2005–2020 гг. данных. Входные параметры модели: доля занятого населения с высшим образованием; численность персонала, занятого исследованиями и разработками (в % от численности населения); численность аспирантов (в % от численности населения). Результирующие переменные: экспорт машин и оборудования (% ВРП); число выданных патентов на изобретения (в % от численности населения); число выданных патентов на модели (в % от численности населения), уровень экономической сложности региона.

Как показано в таблице 2, наибольшая степень технологической эффективности характерна для Москвы и Санкт-Петербурга. В группу топ-10 регионов с наименьшим отставанием от границы инновационного потенциала вошли Нижегородская область, Московская область, Томская область, Ленинградская область, Республика Татарстан, Калужская область, Новосибирская область, Ярославская область, Свердловская область и Воронежская область. Наиболее отстающими от эффективной границы оказались республика Ингушетия, республика Марий Эл, Псковская область, республика Хакасия, Костромская область, Еврейская автономная область⁵.

⁵ Результат для Еврейской АО отчасти связан с ограниченной доступностью статистических данных по ряду показателей инновационного развития

Таблица 2

Мера технологической эффективности (TE) по методу огибающих (Data Envelopment Analysis)

	TE		TE		TE
г. Москва	1	Красноярский край	5.124551	Архангельская область	15.25478
г. Санкт-Петербург	1	Новгородская область	5.36098	Ставропольский край	15.34115
Нижегородская область	1.07142	Омская область	5.921969	Тамбовская область	15.4069
Московская область	1.381986	Рязанская область	6.143677	Астраханская область	16.67032
Томская область	1.523283	Курская область	6.167024	Курганская область	16.93712
Ленинградская область	1.623004	Республика Саха (Якутия)	6.266524	Республика Северная Осетия – Алания	17.01665
Республика Татарстан	1.643691	Тюменская область	6.41368	Амурская область	19.54635
Калужская область	1.690103	Республика Карелия	6.803648	Ивановская область	21.41894
Новосибирская область	1.7648	Республика Башкортостан	7.245259	Республика Адыгея	23.02919
Ярославская область	2.781301	Республика Коми	7.405421	Республика Калмыкия	24.90421
Свердловская область	2.84175	Иркутская область	8.274665	Липецкая область	25.59171
Воронежская область	2.909178	Волгоградская область	9.376773	Вологодская область	26.2688
Челябинская область	3.079397	Сахалинская область	9.686743	Брянская область	27.05038
Ульяновская область	3.099121	Карачаево-Черкесская Республика	10.13488	Республика Дагестан	28.42493
Пензенская область	3.148345	Удмуртская Республика	10.16353	Кемеровская область	29.50343
Республика Мордовия	3.211078	Хабаровский край	10.29502	Оренбургская область	29.65279
Саратовская область	3.266002	Кабардино-Балкарская Республика	10.29829	Забайкальский край	31.53196
Магаданская область	3.347181	Краснодарский край	10.97241	Республика Алтай	35.10146
Пермский край	3.396867	Республика Тыва	11.30408	Республика Ингушетия	38.98739
Владимирская область	3.513523	Кировская область	11.32159	Республика Марий Эл	49.16465
Тульская область	4.402729	Чувашская Республика	11.64446	Псковская область	51.6607
Самарская область	4.475309	Калининградская область	11.9097	Республика Хакасия	66.1825
Тверская область	4.505445	Республика Бурятия	12.37706	Костромская область	82.93863
Приморский край	4.518159	Орловская область	12.44002	Еврейская автономная область	93.56981
Камчатский край	4.661932	Алтайский край	12.56086	Чукотский автономный округ	96.47821
Ростовская область	4.806111	Белгородская область	13.61558		
Мурманская область	4.908594	Смоленская область	14.13789		

Источник: расчеты авторов.

Примечание: более высокому значению индекса TE соответствует меньшая степень технологической эффективности, большая удаленность от границы инновационного потенциала.

Социально-экономические факторы

Оценив инновационный потенциал регионов РФ, а также индекс технологической эффективности («расстояние» до эффективной инновационной границы, формируемой регионами с наилучшей практикой), перейдем к анализу социально-экономических факторов, оказывающих влияние на их формирование. Зависимость логарифма технологической эффективности от набора социально-экономических факторов имеет вид:

$$\ln TE_{it} = \alpha_i + \beta \cdot X_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

где TE_{it} – степень технологической эффективности (расстояние до технологической границы), X – вектор объясняющих переменных, i – регион, t – год, α_i – индивидуальные эффекты регионов, ε_{it} – случайные ошибки. К числу факторов отнесены ВРП на душу населения (в ценах 2019 г.); бюджетные расходы, включая расходы на общегосударственные вопросы, национальную экономику, образование, здравоохранение и социальную политику (в % ВРП); импорт машин и оборудования (% ВРП); прямые иностранные инвестиции (% ВРП); доля занятых со средним профессиональным образованием в общей численности занятых (%); доля занятых с высшим образованием в общей численности занятых (%), уровень преступности на душу населения (%) как характеристика институциональной среды; плотность населения региона (тыс. чел. на кв. км). В оцениваемую модель также включались фиктивные переменные, принимающие значение 1 в кризисные эпизоды (2009 г., 2014–2015 гг.), и 0 в остальные периоды.

Результаты эконометрической оценки влияния факторов на технологическую эффективность регионов России в период 2005–2019 гг. представлены в таблице 3. Как видно из полученных результатов расчетов, значимое положительное влияние на динамику технологической эффективности регионов оказывает показатель ВРП на душу населения. Рост данного показателя стимулирует приближение региона к границе инновационного потенциала, расширяя инвестиционные возможности региона, а также привлекая на рынок труда квалифицированные кадры из других регионов. Аналогичный результат получен для показателя государственных расходов на национальную экономику, доли импорта машин и оборудования в ВРП, а также характеристик человеческого капитала. Это в целом соответствует результатам зарубежных эмпирических исследований, свидетельствующих о значимой роли расходов на инфраструктуру, диффузии технологий и развития человеческого капитала для повышения совокупной факторной производительности, инновационного потенциала и долгосрочных темпов экономического роста. Показатель преступности как достаточно грубая аппроксимация развития институциональной среды значимо и отрицательно связан с показателем технологической эффективности региона.

Таблица 3

**Оценки модели технологической эффективности регионов РФ
с фиксированными индивидуальными эффектами (2005–2019 гг.)**

	Объясняемая переменная: логарифм технологической эффективности региона (расстояние до эффективной границы инновационного сектора)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Логарифм ВРП на душу населения (в ценах 2019 г.);	0,637*** (0,110)	0,631*** (0,108)		
Расходы на национальную экономику (% ВРП)			0,821*** (0,083)	0,815*** (0,051)
Импорт машин и оборудования (% ВРП)	0,387*** (0,003)	0,354*** (0,002)	0,326*** (0,001)	0,320*** (0,000)
Доля занятых со средним профессиональным образованием в общей численности занятых (%)	0,538*** (0,092)		0,522*** (0,009)	
Доля занятых с высшим образованием в общей численности занятых (%)		0,731*** (0,138)		0,851*** (0,093)
Уровень преступности на душу населения (%)	-0,545* (0,282)	-0,475* (0,274)	-0,556* (0,282)	-0,593* (0,302)
R ² within	0,231	0,230	0,187	0,184
Количество регионов			79	

Источник: расчеты авторов.

Примечание: *** – 1%-ый уровень значимости, * – 10%-ый уровень значимости.

Выводы

Проведенное исследование позволило осуществить расчет технологической эффективности и дать оценку инновационного потенциала российских регионов, а также проанализировать социально-экономические факторы, оказывающие влияние на степень близости регионов к эффективной границе инновационного потенциала. Полученные непараметрические оценки инновационного потенциала российских регионов являются сопоставимыми с оценками, полученными с использованием интегральных индексов (рейтинги Ассоциации инновационных регионов России⁶, Института статистических исследований и экономики знаний ГУВШЭ⁷).

Наибольшая степень технологической эффективности характерна для Москвы и Санкт-Петербурга. В группу топ-10 регионов с наименьшим отставанием от границы инновационного потенциала вошли Нижегородская область, Московская область, Томская область, Ленинградская область, Республика Татарстан, Калужская область, Новосибирская область, Ярославская область, Свердловская область и Воронежская область. Наиболее отстающими от эффективной границы оказались республика Ингушетия, республика Марий Эл, Псковская область, республика Хакасия, Костромская область, Еврейская автономная область.

Переход экономики России к модели самоподдерживающегося инновационного экономического роста является сложной и многоаспектной задачей, решение которой связано с необходимостью реализации комплекса мер, направленных на развитие внутреннего сектора НИОКР, формирование высококвалифицированных кадров, инфраструктуры, каналов трансферта результатов научных разработок в производственную деятельность, совершенствование институциональной среды и т.д.

На основе проведенного исследования были сформулированы следующие рекомендации для экономической политики в области образования и науки. По нашему мнению, целесообразна реализация мер государственной политики, способствующих наращиванию следующих показателей:

- Рост доли государственных расходов в ВВП на образование, направленных на повышение качества образования, предоставляемого на всех ступенях образования, формирование высококвалифицированных кадров со средним профессиональным и высшим образованием (в т.ч. по техническим специальностям);
- Рост государственных расходов на НИОКР с целью повышения привлекательности научно-исследовательских, инженерных профессий, обеспечивающих фундамент для создания собственных технологий на этапе перехода к инновационной модели роста;

⁶ <https://i-regions.org/reiting/rejting-innovatsionnogo-razvitiya/>

⁷ <https://region.hse.ru/rankingid19>

- Стимулирование частных инвестиций в сектор НИОКР через предоставление налоговых льгот и повышение качества институциональной среды (в т.ч. защита прав интеллектуальной собственности);
- Развитие инновационной инфраструктуры (качественной институциональной среды, различных форм государственной поддержки бизнеса, групп взаимосвязанных национальных индустриальных кластеров), а также обеспечение эффективных механизмов трансферта результатов научных разработок в производственную деятельность;

Реализация данных рекомендации должна осуществляться параллельно экономической и промышленной политике, направленной на развитие секторов с высокой добавленной стоимостью производимой продукции, предъявляющих спрос на высококвалифицированные кадры и препятствующей утечке умов за рубеж.

Список литературы

1. Божечкова А.В., Клячко Т.Л., Кнобель А.Ю., Любимов И.Л., Маракян Д.Г., Якубовский И.В. (2020). Эффективность расходов на образование, человеческий капитал, сложность экономики и экономическое развитие регионов // Научные труды 20/10. Москва, Издательский дом «Дело»
2. Любимов И., Якубовский И. (2020). Высшее образование и экономическое развитие регионов России. Экономическая политика. 2020. Т. 15. №6. С. 110–139
3. Vozhechkova, A., Vashchelyuk, N., Nazarov, P., Perevyshin, Y., Tumanova, E., Shagas, N. (2014). Моделирование Динамики Экономического Потенциала (Modeling of Dynamics of Economical Potential) (March 19). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2429949> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2429949>
4. Eggertsson G.B., Mehrotra N.R. (2017). A Model of secular stagnation: theory and quantitative evaluation. NBER Working Paper, No. 23093
5. Simar, L., & Wilson, P. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1), 49–61
6. Концепция технологического развития на период до 2030 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 года №1315-р)