



# Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<http://www.econ.msu.ru>

## Preprint series of the economic department 0015/2023

### **Факторы развития региональных инновационных систем в России: сравнительный анализ<sup>1</sup>**

**Разбегина Анастасия Павловна**, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва

**Мирзоян Ашот Гамлетович**, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва

В условиях всеобщей цифровизации и возрастающей конкуренции между странами и регионами в борьбе за ресурсы и рынки, инновации становятся критическим фактором развития. Региональные инновационные системы (РИС) играют ключевую роль в создании и использовании инноваций, поскольку они представляют собой сложную сеть участников инновационного процесса, включая образовательные организации и научно-исследовательские институты, предпринимательство, государство и другие институты. Цель исследования – оценить эффективность РИС и определить влияющие на них факторы. Исследование факторов развития РИС является актуальной и важной задачей, поскольку позволяет выявить основные механизмы, влияющие на удачу или неудачу регионов в области инновационного развития. В России наблюдается значительное неравенство регионов по уровню инновационной активности, что обуславливает необходимость анализа особенностей развития РИС в разных регионах. Также, разработка эффективных стратегий и политик инновационного развития на региональном уровне требует всестороннего исследования региональной специфики, сильных и слабых сторон РИС.

Для оценки эффективности РИС используется DEA-модель, а также кластерный анализ методами k-средних (k-means) и k-медиан (k-medoids), регрессионный анализ (tobit). В результате был составлен рейтинг инновационного развития российских регионов, а

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена на основе выпускной квалификационной работы (ВКР) «Факторы развития региональных инновационных систем в России: сравнительный анализ» Разбегиной А.П. под научным руководством Мирзояна А.Г.

также были определены эффективные регионы (Москва, Татарстан, Московская обл., Самарская обл., Ивановская обл., Марий Эл) и аномальные регионы, для которых для достижения необходимого уровня инновационного развития нужен особый подход, особая инновационная политика.

Ключевые слова: инновации, региональные инновационные системы, региональное развитие.

Коды JEL: C67, O30

In the context of digitalization and increasing competition between countries and regions for resources and markets, innovation is becoming a crucial factor for development. Regional innovation systems (RISs) play a key role in the creation and use of innovation, as they represent a complex network of innovation actors, including educational organizations and research institutions, business, government and other institutions. The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of RISs and identify the factors that influence them. The study of RIS development factors is a relevant and important task, as it allows identifying the main mechanisms influencing the success or failure of the regions in the field of innovation development. In Russia there is a significant inequality of regions in terms of innovation activity, which makes it necessary to analyze the peculiarities of RIS development in different regions. Also, the design of effective strategies and policies for innovative development at the regional level requires a comprehensive study of regional specifics, strengths and weaknesses of RIS.

DEA-model, as well as cluster analysis by k-means and k-medians methods, regression analysis (tobit) are used to measure the effectiveness of RISs. As a result, an innovation rating of regions was compiled, and effective regions (Moscow, Tatarstan, Moscow region, Samara region, Ivanovo region, Mari El) and abnormal regions, for which a special approach is needed to achieve the necessary level of innovation development, were identified.

Keywords: innovation, regional innovation systems, regional development.

Codes JEL: C67, O30

## **Теория инноваций и обзор исследований региональных инновационных систем**

### **1. Инновации и региональные инновационные системы**

Инновационное развитие – это процесс обновления экономики, основанный на создании инноваций. Этот процесс включает исследования и разработки, технологический трансфер, предпринимательство, инвестиции в инновации, создание инфраструктуры и правовой базы для поддержки инноваций. Инновация в узком смысле – это новый или существенно улучшенный продукт или технология, в широком смысле – это социальный и экономический прогресс в различных сферах деятельности (Lööf, Heshmati, 2006).

Важным направлением в изучении экономики инноваций, выявленном не только на национальных, но и на международном уровне, является усиление роли региональной инновационной системы (РИС). Европейский подход основан на институтах и культуре как определяющих факторах для РИС. В то же время американский подход обращает внимание на технологии, компании и предпринимательство как на важные составляющие РИС. Почему это важно?

Во-первых, региональные инновационные системы формируют национальную инновационную систему, которая является двигателем технологического и экономического роста страны (Carayannis, Grigoroudis, Goletsis, 2016). Во-вторых, все РИС разные, поэтому для их результативности необходима разная инновационная политика. Целью такой политики является выявление сильных и слабых сторон региона и развитие его конкурентных преимуществ через разработку ориентированных на локальные особенности программ и стратегий. Региональные особенности, такие как индустриальная структура, образовательный и научный потенциал, инфраструктура, инвестиционный климат и уровень социально-экономического развития, влияют на способность региона к инновационному развитию и получению социальных и экономических выгод от инноваций, а также на эффективность использования ресурсов (Пилясов, 2012). Важную роль в развитии инновационной системы выполняют механизмы защиты прав собственности. В-третьих, РИС – это инструмент для создания перетоков знаний (Griliches, 1992) и положительных внешних эффектов. Перетоки знаний представляют собой совместную работу различных участников над исследованиями и использованием их результатов. Есть различие между глобальным (формализованным) и локальным (неформализованным) знанием. Глобальное знание важно для фундаментальной науки и аналитики, локальное – для творческой деятельности «креативных кадров», для которых важна близость друг к другу и доступ к инфраструктуре.

Перетоки знаний, как и инновационный процесс в целом, имеют географические границы (Breschi, Lissoni, 2001; Пилясов, 2012), поэтому важно определить, что считать единицей анализа. Под инновационным процессом подразумевается сложная система сотрудничества различных агентов – от государственных структур до сотрудников инновационных компаний. Ключевой характеристикой таких систем является степень концентрации. Концентрация происходит с помощью предпринимателей, которые собирают ресурсы в рамках компании или кластера и создают условия для продуктивной работы и продвижения результатов.

В данной работе в качестве объекта анализа выступают российские регионы, так как они, с одной стороны, достаточно крупные и самодостаточные, чтобы вмещать в себя всю

критически важную инновационную инфраструктуру и реализовывать собственную стратегию развития посредством инновационной политики; с другой стороны, уникальны в исходных характеристиках и специфичны в выбранном пути инновационного развития. Регион является «режимом функционирования» для РИС (Doloreux, Parto, 2004; Пилясов, 2012).

Эффективная инновационная система должна быть, с одной стороны, гибкой, то есть способной быстро подстраиваться под ситуацию в регионе – локальную специфику и глобальные цели; с другой стороны, стабильной, то есть под правовой «охраной» государственной и региональной власти и институтов. Эффективность РИС и, как следствие, инновационное развитие регионов является ключевым направлением экономической политики, способствующей, помимо прочего, повышению качества жизни населения. В этом контексте актуальность анализа и разработка рекомендаций по улучшению инновационного потенциала регионов страны становится очевидной.

## **2. «Тройная спираль»**

Концепция «тройной спирали» была предложена (Etzkowitz, Leydesdorff, 1997) и представляет собой модель из трех элементов в инновационном процессе: науки/образования, бизнеса/предпринимательства и государства. В рамках концепции «тройной спирали» наука представляет собой академический сектор, который генерирует знания и инновации; бизнес отвечает за коммерциализацию инноваций и создание экономической добавленной стоимости; государственный сектор формирует институциональную среду, стимулирующую инновационное развитие, и обеспечивает правовую охрану интеллектуальной и иной собственности.

Важность концепции «тройной спирали» в РИС:

**Локализация знаний:** В рамках РИС наука, бизнес и государство находятся в непосредственной близости друг от друга, что способствует обмену знаниями, а также ускоряет процесс создания инноваций.

**Сотрудничество и сетевые эффекты:** РИС создают условия для формирования сетей сотрудничества между академическими, коммерческими и государственными учреждениями. Это способствует обмену ресурсами, а также снижает риски и издержки, связанные с инновационной деятельностью.

В российских регионах сейчас развиты не «тройные», а «двойные» спирали (Дежина, Киселева, 2007); особенно в отношении наука-государство или бизнес-государство, что может привести к снижению эффективности инновационных процессов. «Двойные спирали» наука-государство и бизнес-государство характеризуются высоким уровнем вмешательства государства в инновационные процессы. Это объясняется историческими

особенностями развития страны, так как государство традиционно играло ключевую роль в развитии науки и промышленности. Однако такой подход может привести к избыточной централизации и недостаточной гибкости РИС.

В связи с этим, актуальными задачами для России являются развитие «тройной спирали» наука-бизнес-государство и уменьшение зависимости инновационного развития от государственного участия. Это потребует создания более благоприятных условий для взаимодействия всех трех составляющих спирали, а также активизации инновационного предпринимательства.

Для реализации потенциала концепции «тройной спирали» в России следует учитывать особенности и вызовов, с которыми сталкивается страна:

Региональные различия: уровень развития инновационных систем варьируется между регионами. Образование и подготовка квалифицированных кадров: ключевым фактором для развития «тройной спирали» является формирование кадрового потенциала, способного работать в условиях инновационной экономики. Развитие инфраструктуры: необходимо создавать инфраструктурные условия, которые способствуют взаимодействию науки, бизнеса и государства. Финансирование инноваций: необходимо содействовать развитию инвестиционного рынка и механизмов финансирования инноваций. Законодательная поддержка: для стимулирования инновационной активности и развития «тройной спирали» требуется разработка и реализация соответствующих законодательных мер, направленных на поддержку инновационного предпринимательства, защиту интеллектуальной собственности и создание благоприятного инновационного климата.

В целом, развитие концепций «тройной спирали» в России может стать мощным инструментом стимулирования инновационного развития и укрепления региональных инновационных систем. Однако для реализации их потенциала необходимо продуманное планирование и координация усилий всех участников инновационного процесса.

### **3. «Российский инновационный парадокс»**

Российский инновационный парадокс описан в статьях (Gianella, Tompson, 2007; Perret 2014; Crescenzi, Jaax 2017; Zemtsov, Kotsemir, 2019). Проблема инновационного развития России заключается в значительном дисбалансе между усилиями, направленными на реализацию инновационных стратегий, и результатами инновационных программ и политики. Россия инвестирует в знания больше, чем большинство стран со схожим уровнем ВВП на душу населения. Более того, на национальном уровне были созданы инновационно ориентированные структуры, такие как Роснано, Российская венчурная компания, региональные венчурные фонды, а также наукограды и особые экономические зоны. При этом, во-первых, средства направляются на совершенствование старых, а не на создание

новых продуктов и технологий; во-вторых, число патентов и доля инноваций в продажах существенно ниже, чем у стран со схожими инвестициями.

Проиллюстрировать парадокс можно на примере числа нормативно-правовых актов на инновационную тематику за 2000-2019 года (Рис. 1) и числа объектов инновационной инфраструктуры в 2020 году (Рис. 2).



Рисунок 1. Число нормативно-правовых актов на инновационную тематику за 2000-2019 года. Источник: составлено автором. Карта регионов из выборки (80 регионов).



Рисунок 2. Число объектов инновационной инфраструктуры в 2020 году. Источник: составлено автором. Карта регионов из выборки (80 регионов).

#### **4. Типология региональных инновационных систем**

Для группировки региональных инновационных систем необходимо выделить критерии, которые позволят сгруппировать РИС в соответствии с их сходствами и различиями. Основными критериями классификации могут быть:

- 1) Уровень развития инновационной инфраструктуры.
- 2) Уровень инновационной активности: количество и качество инновационных проектов, инвестиции в R&D и др.
- 3) Взаимодействие элементов РИС: степень развитости «тройной спирали».

- 4) Наличие и эффективность институтов и инновационной политики: наличие законодательной базы, программ и стратегий развития инноваций на региональном уровне.

Основываясь на этих критериях, можно выделить основные типы региональных инновационных систем:

**Лидеры РИС:** регионы с высоким уровнем развития инновационной инфраструктуры, активным взаимодействием акторов, высоким уровнем инновационной активности и эффективной институциональной системой. В этих регионах отмечается сильная отраслевая специализация и при этом разнообразие.

**Восходящие РИС:** регионы с развивающейся инновационной инфраструктурой и активностью, усиливающимся взаимодействием акторов и улучшающейся институциональной средой. Эти регионы демонстрируют положительную динамику развития, но еще не достигли уровня лидеров.

**Стагнирующие РИС:** регионы с развитыми инфраструктурой и институтами, но слабой инновационной активностью и взаимодействием акторов. Возможными причинами стагнации могут быть неэффективная инновационная политика или экономические кризисы.

**Отстающие РИС:** регионы с неразвитой инновационной инфраструктурой, низким уровнем инновационной активности и отсутствием эффективного взаимодействия акторов. Такие регионы испытывают значительные трудности в развитии своих инновационных систем и нуждаются в существенной поддержке со стороны государства и других акторов.

Понимание типологии региональных инновационных систем позволяет принимать более обоснованные и эффективные решения в области инновационной политики. Основываясь на специфике каждого типа РИС, можно разрабатывать индивидуальные стратегии развития, которые будут учитывать сильные и слабые региона. Так, для лидеров РИС акцент может быть сделан на поддержании существующих достижений, стимулировании инновационной активности и интеграции. Восходящим РИС потребуется дополнительная поддержка в развитии инфраструктуры, институтов и отношений между акторами. Стагнирующие РИС могут сосредоточиться на устранении препятствий для инновационного развития и определении приоритетных направлений, в то время как отстающие РИС нуждаются в комплексной поддержке со стороны государства и инвесторов и разработке стратегий развития. Также, стоит учитывать, что типология региональных инновационных систем не является статичной. Регионы могут менять свой тип в результате изменений в экономических, политических и социальных условиях. Поэтому для обеспечения устойчивого инновационного развития необходимо регулярное

мониторинг и оценка состояния РИС, а также своевременное принятие корректирующих мер.

## **5. Региональная инновационная политика в России**

Инновационная политика регионов России характеризуется разнообразием подходов, включающих в себя поддержку научно-образовательного сектора, стимулирование предпринимательства, развитие инновационной инфраструктуры и привлечение инвестиций.

Поддержка научно-образовательного сектора: региональные власти финансируют различные научные проекты и программы, а также взаимодействуют с федеральными научными фондами и организациями. Основные меры включают гранты, субсидии и налоговые льготы для научных и образовательных учреждений. Стимулирование предпринимательства: региональные власти предоставляют различные формы поддержки малому бизнесу, включая финансирование, налоговые льготы, обучение и консультирование. Развитие инновационной инфраструктуры: создание инновационных центров, технопарков и кластеров, которые предоставляют услуги по исследованию, разработке, тестированию и реализации инновационных продуктов и технологий. Привлечение инвестиций: региональные власти активно работают над созданием привлекательных условий для инвесторов, в том числе путем предоставления налоговых льгот, субсидий и других форм государственной поддержки. Государственное регулирование: региональные власти разрабатывают законодательные акты и нормативные документы, направленные на создание благоприятного инновационного климата. Это включает меры по упрощению административных процедур, снижению транзакционных издержек и барьеров для внедрения инноваций, а также защите интеллектуальной собственности.

В целом, инновационная политика регионов России направлена на создание условий для успешного инновационного развития. Однако, эффективность мер может существенно варьироваться в зависимости от региона и его специфики, что предполагает необходимость индивидуального подхода и адаптации инновационной политики к локальным условиям.

## **Данные и методология**

### **1. DEA-модель**

Модель DEA (Data Envelopment Analysis) была разработана в 1978 году Чарнесом, Купером и Родсом (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978). Она основана на линейном программировании и позволяет сравнивать эффективность объектов, используя множество входных и выходных показателей. Основная идея модели заключается в определении относительной эффективности объектов по сравнению с наиболее эффективными, которые

образуют границу эффективности или «передовую практику». Объект (DMU, Decision Making Unit) эффективный «тогда и только тогда, когда невозможно улучшить вход или выход без ухудшения другого входа или выхода» (Coormans, 1951). В контексте данной работы, модель DEA применяется для оценки эффективности региональных инновационных систем с различными входными и выходными параметрами, так как инновация – сложное, многомерное явление, которое невозможно измерить напрямую (Chiesa, Coughlan, Voss, 1998; Hansen, 2001).

Для каждого объекта рассчитывается отношение взвешенной суммы выходных показателей к взвешенной сумме входных показателей. Веса выбираются таким образом, чтобы максимизировать это отношение для каждого объекта, при условии, что для всех объектов отношение не превышает единицы.

Для оценки эффективности региональных инновационных систем с помощью DEA-модели необходимо определить входные и выходные показатели. Входные показатели могут включать такие параметры, как объем инвестиций в инновационные проекты, количество исследовательских организаций, а также число занятых в сфере науки и инноваций. Выходные показатели могут состоять из количества патентов, доли инновационной продукции в общем объеме продаж, а также ВРП региона. После выбора показателей нужно нормировать данные по ним для всех анализируемых регионов, чтобы избежать выбросов. Потом с помощью DEA-модели можно рассчитать эффективность каждой региональной инновационной системы и проанализировать регионы-лидеры. На основе полученных результатов можно определить основные факторы, способствующие эффективности региональных инновационных систем, и разработать рекомендации по их улучшению.

С помощью DEA можно сделать вывод не только про эффективность DMU, но и про некоторые процессы, происходящие со временем с границей эффективности и распределением эффективности, про отдачу от масштаба (return to scale), про стабильность – стандартное отклонение от среднего (standard error). В дополнение DEA-модели в данной работе используется кластерный анализ методами k-средних (k-means) и k-медиан (k-medoids).

Для сопоставимости результатов была сделана нормировка данных от 0 до 1 методом min-max:

$$\frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

Сокращение размерности сделано за счет группировки переменных в компоненты с равными весами  $1/n$ , где  $n$  – число переменных в компоненте.

## Структура DEA-модели

| Отсутствие высшего образования                         | Высшее образование                                   | Занятость в R&D                          | Компании                         | Компьютеры   | Инвестиции в R&D                                     |
|--|--|--|----------------------------------|--|--|
| Занятое население со средним проф. образованием (доля) | Занятое население с высшим проф. образованием (доля) | Персонал, выполнявший НИР – всего (чел.) | Число компаний – всего           | Число компьютеров – всего (на 100 чел.)                | Инвестиции в НИР – всего (млн руб.)                  |
| Занятое население со средним общим образованием (доля) | Университеты   | Исследователи (чел.)                     | Число малых компаний             | Число компьютеров с доступом к интернету (на 100 чел.) | Фундаментальные и прикладные исследования (млн руб.) |
| Занятое население с основным общим образованием (доля) | Бакалавры, магистры, специалисты (чел.)              | Разработчики (чел.)                      | Оборот малых компаний (млн руб.) |  | Разработки (млн руб.)                                |
| Занятое население без образования (доля)               | Аспиранты, докторанты (чел.)                         | Технический персонал (чел.)              | Компании, выполнявшие НИР        |  | Инвестиции в технологические инновации (млн руб.)    |
|  | Кандидаты наук, доктора наук (чел.)                  |  |                                  |  | Инвестиции в информационные технологии (млн руб.)    |

Таблица 3. Структура входных параметров. Источник: составлено автором.

| Патенты                                    | Инновационные продукты (млн руб.) |
|--|-----------------------------------|
| Подано патентных заявок на изобретения     |                                   |
| Подано патентных заявок на полезные модели |                                   |
| Выдано патентов на изобретения             |                                   |
| Выдано патентов на полезные модели         |                                   |

Таблица 4. Структура выходных параметров. Источник: составлено автором.

| Наука, образование             | Бизнес, предпринимательство                     |
|--------------------------------|---|
| Отсутствие высшего образования | Занятость в R&D                                 |
| Высшее образование             | Компании (в том числе малые и инновационные)    |
| Патенты                        | Компьютеры (а том числе с доступом к интернету) |
|                                | Инвестиции в R&D                                |
|                                | Инновационные продукты                          |

Таблица 5. Структура двух составляющих «тройной спирали» в модели. Источник: составлено автором.

## 2. Данные

В данной работе анализируются 20 лет (2000-2019 гг) и 80 российских регионов: Ненецкий АО входит в состав Архангельской области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО входят в состав Тюменской области, Крым и Севастополь исключены из

исследования из-за отсутствия данных за 2000-2013 гг. Источник данных: Регионы России. Социально-экономические показатели. – Стат. сб. / Росстат<sup>2</sup>

## Исследование эффективности региональных инновационных систем

### 1. Кластеризация входных и выходных параметров

По всем входным и выходным параметрам все регионы за все года были разделены на 7 кластеров (число кластеров определено методом каменистой осыпи, кластеризация сделана методом k-средних). Третий, первый, второй, шестой и седьмой кластеры последовательно сменяют друг друга для большинства регионов, то есть представляют собой наиболее распространенный «путь инновационного развития» (Рис. 6).

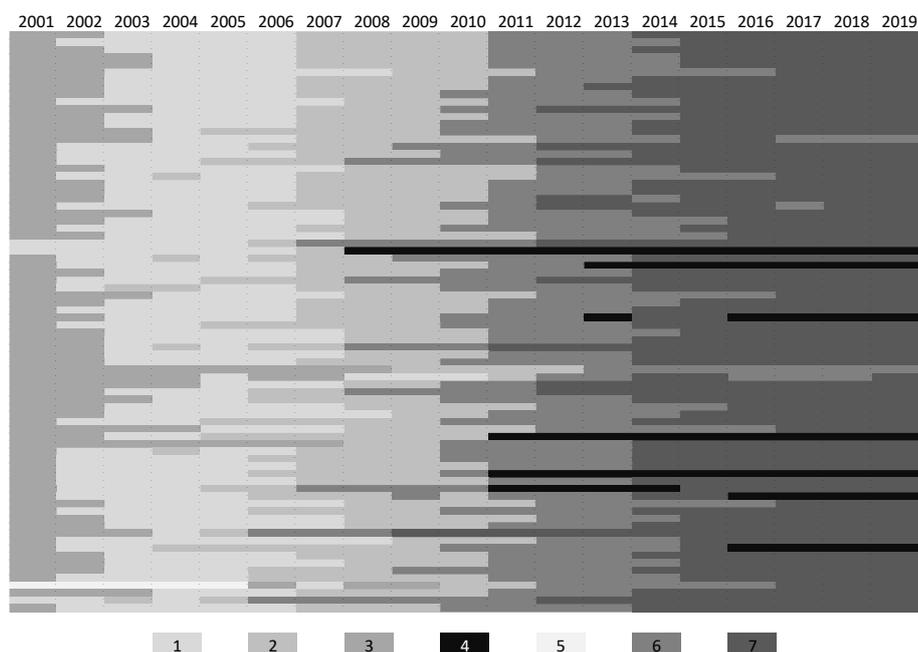


Рисунок 6. Динамический анализ кластеров. Источник: составлено автором.

При сравнении видно (Рис. 7), что каждый следующий кластер превосходит предыдущий по переменным *higheduc* (занятые с высшим образованием), *computer* (компьютеры), *expendRD* (инвестиции в R&D), *product* (инновационные продукты). По переменным *nohigheduc* (занятые без высшего образования), *employRD* (занятые в R&D), *company* (компании), *patent* (патенты) периодически происходит падение (при переходе с первого на второй или с шестого на седьмой), которое в результате компенсируется.

<sup>2</sup> <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (Дата обращения: январь 2023)

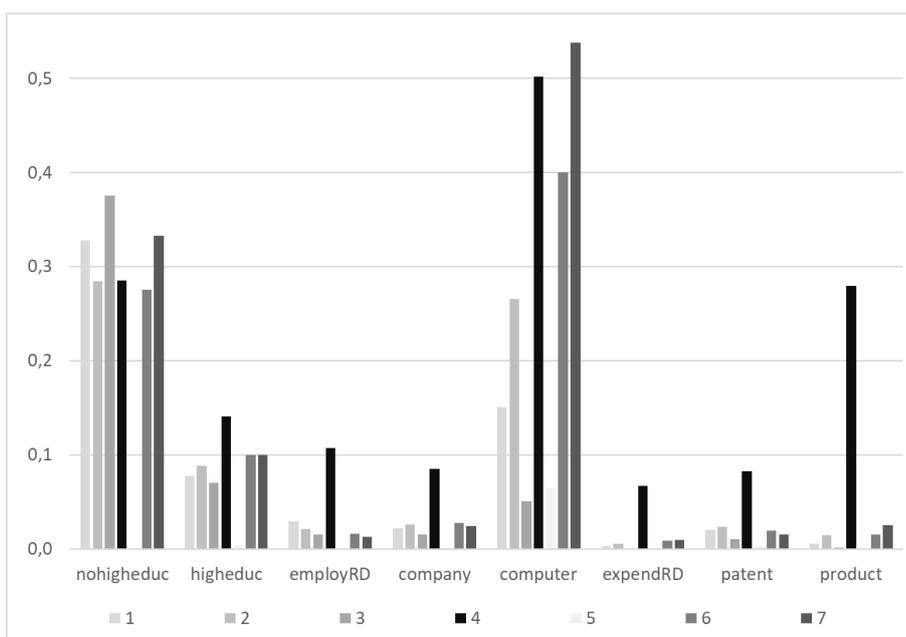


Рисунок 7. Сравнительный анализ кластеров. Источник: составлено автором.

Кластер №5 – Чечня с 2001 по 2005 – не релевантный для общего результата (Рис. 8).

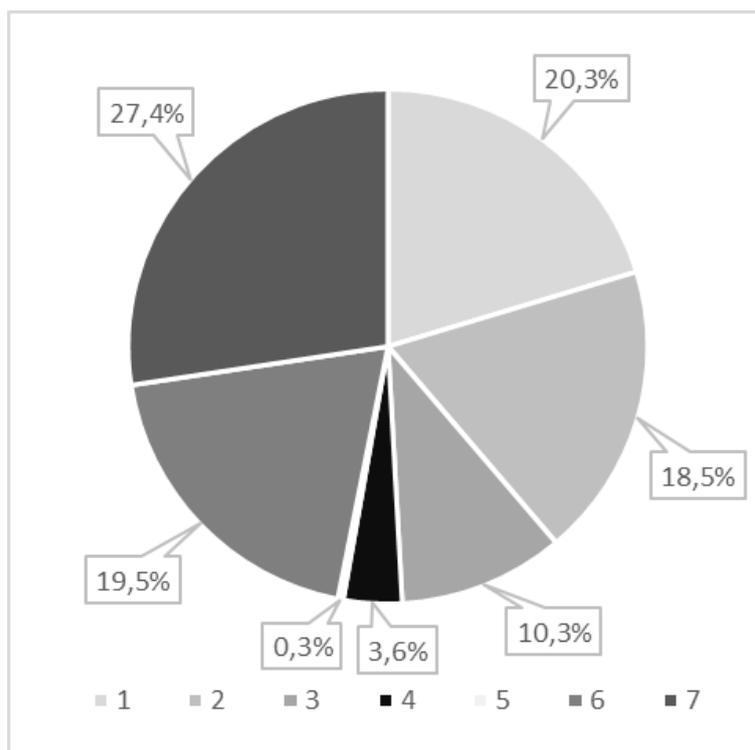


Рисунок 8. Процентное соотношения числа наблюдений в кластерах. Источник: составлено автором.

«Инновационным» можно назвать кластер №4: Московская обл. с 2008 г., Самарская обл. с 2011 г., Татарстан с 2011 г., Сахалинская обл. с 2011 по 2014, Нижегородская обл. с 2013 г., Пермский край в 2013 и с 2016, Свердловская обл. с 2016 г., Тюменская обл. с 2016 г. Регионы «инновационного» кластера с определенного момента пошли по собственному

«пути инновационного развития», который характеризуется наилучшими значениями переменных *higheduc*, *employRD*, *company*, *expendRD*, *patent*, *product*. Регионы «инновационного» кластера можно разделить на ранние – попавшие в кластер до 2012 года (Московская обл., Самарская обл., Татарстан) и поздние – попавшие в кластер после 2015 года (Свердловская обл., Тюменская обл.), что может быть связано с реализацией инновационных программ или общим социально-экономическим прогрессом в регионе.

## **2. DEA-модель для анализа динамики границы эффективности**

Была построена DEA-модель по всем годам для того, чтобы проверить гипотезу о расширении границы эффективности. В данном случае важно, какие года попали в группу эффективных DMU. Интуиция: со временем эффективность регионов должна увеличиваться, граница эффективности должна сдвигаться. На границу эффективности попали 16 DMU: 4 региона в 2001 году, 3 региона в 2017 году, 2 региона в 2013, 2019 годах, 1 регион в 2012, 2014, 2015, 2016, 2018 годах. В основном в группу эффективных DMU попали «поздние» года – вторая половина анализируемого периода, что подтверждает гипотезу о расширении границы эффективности.

## **3. DEA-модель для анализа эффективности**

Была построена DEA-модель по каждому году для того, чтобы измерить эффективность регионов. По количеству попадания на границу эффективности регионы были разделены на 4 группы.

Регионы, эффективные в 50-95% случаев (Рис. 9): Москва, Татарстан, Самарская обл., Ивановская обл., Московская обл., Вологодская обл., Липецкая обл., Марий Эл, Ульяновская обл. Эти регионы можно назвать стабильно эффективными. Часть регионов (Москва, Татарстан, Самарская обл., Московская обл.) выигрывала по входным и выходным данным («инновационный» кластер), то есть эффективно использовала конкурентные преимущества. Другим регионам при относительно скромных исходных условиях удалось эффективно их использовать. Стабильно эффективные регионы находятся в Центральном и Поволжском макрорегионах.



Рисунок 9. Регионы, эффективные в 50-95% случаев. Источник: составлено автором.  
Карта регионов из выборки (80 регионов).

Регионы, эффективные в 25-50% случаев (Рис. 10): Костромская обл., Краснодарский край, Ингушетия, Забайкальский край, Пермский край, Чукотский АО, Еврейская АО, Мордовия, Белгородская обл., Санкт-Петербург, Карачаево-Черкессия, Курская обл., Орловская обл., Калмыкия, Северная Осетия, Сахалинская обл., Челябинская обл. Эти регионы можно назвать часто эффективными. Часть регионов (Пермский край, Санкт-Петербург, Сахалинская обл.) выигрывала по входным и выходным данным («инновационный» кластер), то есть эффективно использовала конкурентные преимущества. Другим регионам при относительно скромных исходных условиях удалось эффективно их использовать. Часто эффективные регионы разбросаны по стране или сконцентрированы в Южном макрорегионе.



Рисунок 10. Регионы, эффективные в 25-50% случаев. Источник: составлено автором.  
Карта регионов из выборки (80 регионов).

Регионы, эффективные в 5-25% случаев (Рис. 11): Брянская обл., Томская обл., Чечня, Иркутская обл., Кемеровская обл., Тюменская обл., Удмуртия, Алтайский край, Кировская обл., Оренбургская обл., Чувашия, Архангельская обл., Волгоградская обл., Воронежская обл., Красноярский край, Курганская обл., Нижегородская обл., Новгородская

обл., Омская обл., Псковская обл., Башкортостан, Дагестан, Ростовская обл., Рязанская обл., Тульская обл. Эти регионы можно назвать редко эффективными. Часть регионов (Тюменская обл., Нижегородская обл., Башкортостан) выигрывала по входным и выходным данным («инновационный» кластер), то есть не достаточно эффективно использовала конкурентные преимущества. Другим регионам с относительно скромными исходными условиями не удалось достаточно эффективно их использовать. Редко эффективные регионы разбросаны по европейской части страны или сконцентрированы в Сибирском макрорегионе.



Рисунок 11. Регионы, эффективные в 5-25% случаев. Источник: составлено автором.  
Карта регионов из выборки (80 регионов).

Неэффективные регионы (Рис. 12): Амурская обл., Астраханская обл., Владимирская обл., Кабардино-Балкария, Калининградская обл., Калужская обл., Камчатский край, Ленинградская обл., Магаданская обл., Мурманская обл., Новосибирская обл., Пензенская обл., Приморский край, Адыгея, Алтай, Бурятия, Карелия, Коми, Саха (Якутия), Тыва, Хакасия, Саратовская обл., Свердловская обл., Смоленская обл., Ставропольский край, Тамбовская обл., Тверская обл., Хабаровский край, Ярославская обл. Это самая многочисленная группа, в которую, в основном, входят республики и Дальневосточный макрорегион. Удивительно, что Свердловская обл. выигрывала по входным и выходным данным («инновационный» кластер), но неэффективно использовала конкурентные преимущества.



Рисунок 12. Неэффективные регионы. Источник: составлено автором. Карта регионов из выборки (80 регионов).

Кластеризации по эффективности позволяет сделать вывод не только о регионах в той или иной группе и их эффективности в распределении ресурсов, но и о географическом расположении эффективных и неэффективных регионов (Рис. 13).



Рисунок 13. Кластеризация регионов по эффективности. Источник: составлено автором. Карта регионов из выборки (80 регионов).

Стратегии эффективных регионов в 2019 году. Вологодскую и Липецкую области отличает высокая занятость в R&D, которая в первом регионе, в основном дает результаты в виде патентов, во втором регионе – в виде инновационных продуктов. Ивановскую область, Марий Эл и Татарстан отличают высокие инвестиции в R&D и их результативность в патентах. Москва, а также Московская, Самарская и Ульяновская области сбалансированы в числе занятых с высшим образованием или занятых в R&D и числе компаний, участвующих в R&D.

Стратегии эффективных регионов в 2018 году. Вологодскую, Ивановскую и Липецкую области отличает высокая занятость в R&D и, для Вологодской и Липецкой, высокие инвестиции в R&D. В отличие Вологодской и Ивановской, Липецкая область

результативна в инновационных продуктах. Московская и Ульяновская области обладают преимуществом в числе компаний, участвующих в R&D. Татарстан и Самарская область отличаются высокими инвестициями в R&D и, как результат, патентами. Москва результативна в патентах за счет высокой занятости с высшим образованием и занятости в R&D. Марий Эл сбалансирована по занятости в R&D, числу участвующих в R&D компаний и инвестиций в R&D.

Рейтинг регионов по эффективности в 2015-2019 годах представлен в Приложении.

#### 4. Регионы-эталонны по эффективности

Регионы-эталонны должны одновременно обладать двумя свойствами: быть эффективными и быть в так называемом эталонном наборе (reference set). Факт попадания, как и частота попадания, на границу эффективности не гарантирует попадание в эталонный набор. На графике (Рис. 14) по оси ординат – число попаданий в эталонный набор. Татарстан «лидирует», так как является регионом-эталонном с 2005 года, Ивановская обл. была эталоном 8 раз – с 2006 по 2018 с перерывами, Калмыкия является регионом-эталонном с 2015 года. То, что в числе регионов-эталоннов нет, например, Москвы, объясняется тем, что на столицу сложно (а точнее, невозможно) быть похожим, поэтому выбирать такой уникальный город в качестве эталона бессмысленно.

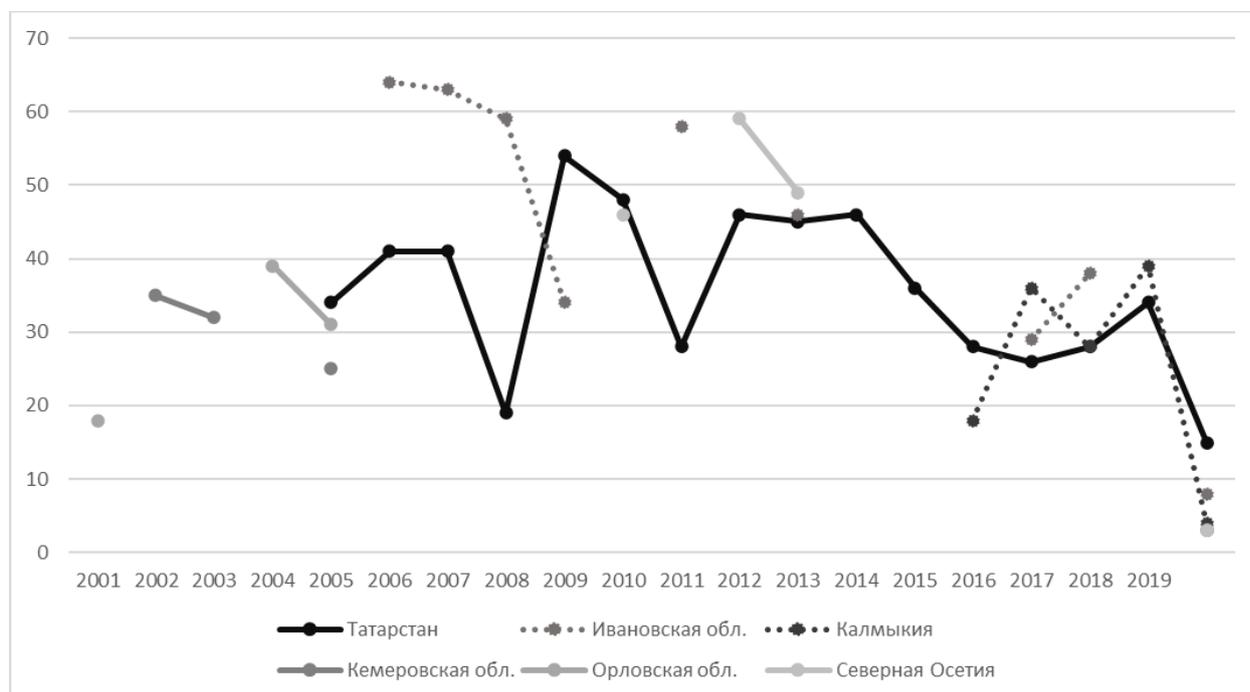


Рисунок 14. Регионы-эталонны по эффективности. Источник: составлено автором.

#### 5. Изменение распределения эффективности во времени

Для проверки на внешние шоки и структурные сдвиги (кризисы, государственное регулирование и др.) был сделан тест Колмогорова-Смирнова на равенство распределений эффективности «соседних» лет. Нулевая гипотеза ( $H_0$ : распределения равны) не

отвергается, если  $p$ -значение  $>$  уровня значимости (5%). С 2002 года распределение не менялось, то есть внешних шоков или структурных сдвигов не наблюдалось. Результаты теста представлены в Приложении. Тем не менее, графический анализ показал (Приложение), что в некоторые года (с 2007 на 2008, с 2010 на 2011, с 2013 на 2014, с 2016 на 2017) большие значения эффективности были более волатильны.

#### **6. Изменчивость региональной эффективности во времени**

Для проверки волатильности эффективности регионов было рассчитано стандартное отклонение от среднего. Чем меньше отклонение, тем меньше волатильность эффективности.

Самыми стабильными регионами стали Самарская обл., Алтай, Ленинградская обл., Коми. Самыми нестабильными регионами – Еврейская АО, Чукотский АО, Ингушетия, Карачаево-Черкессия, Сахалинская обл., Калмыкия, Чечня, Забайкальский край, Краснодарский край (Рис. 15). Эффективность нестабильных регионов подвержена влиянию краткосрочных, стихийных, а не долгосрочных, стратегических решений. Однако стабильность нельзя считать однозначной характеристикой – Алтай и Коми, например, стабильны, но неэффективны.



Рисунок 15. Стандартное отклонение от среднего по регионам. Источник: составлено автором. Карта регионов из выборки (80 регионов).

#### **7. Регионы-эталонны по размеру**

Постоянная отдача от масштаба означает, что регион оптимален по размеру. Под размером в данном случае подразумеваются значения входных и выходных параметров DEA-модели. Абсолютно оптимальный по размеру регион – Москва. Относительно оптимальные по размеру регионы – Татарстан, Самарская обл., Ивановская обл., Московская обл., Липецкая обл., Ульяновская обл., Санкт-Петербург, Вологодская обл. Остальные регионы в 50% и более случаев имеют возрастающую отдачу от масштаба, из чего следует, что им необходимо увеличиваться (увеличивать значения параметров DEA-

модели). Надо отметить (Рис. 16), что некоторые регионы поддерживают примерно одинаковый удовлетворительный (например, Саратовская обл.) или неудовлетворительный (например, Мурманская обл.) «размер» и не стремятся изменить эффект масштаба; некоторые (например, Воронежская обл.) – улучшаются, увеличиваются; некоторые (например, Тульская обл.) – ухудшаются, уменьшаются. В данном виде анализа тоже есть аномальные регионы (например, Еврейская АО) – до 2013 года отклонение от идеала было максимальным, с 2014 – минимальным (равно 0). На графиках по оси ординат – отдача от масштаба (если сумма коэффициентов = 1, то отдача от масштаба постоянная; если сумма коэффициентов < 1, то отдача от масштаба возрастающая).

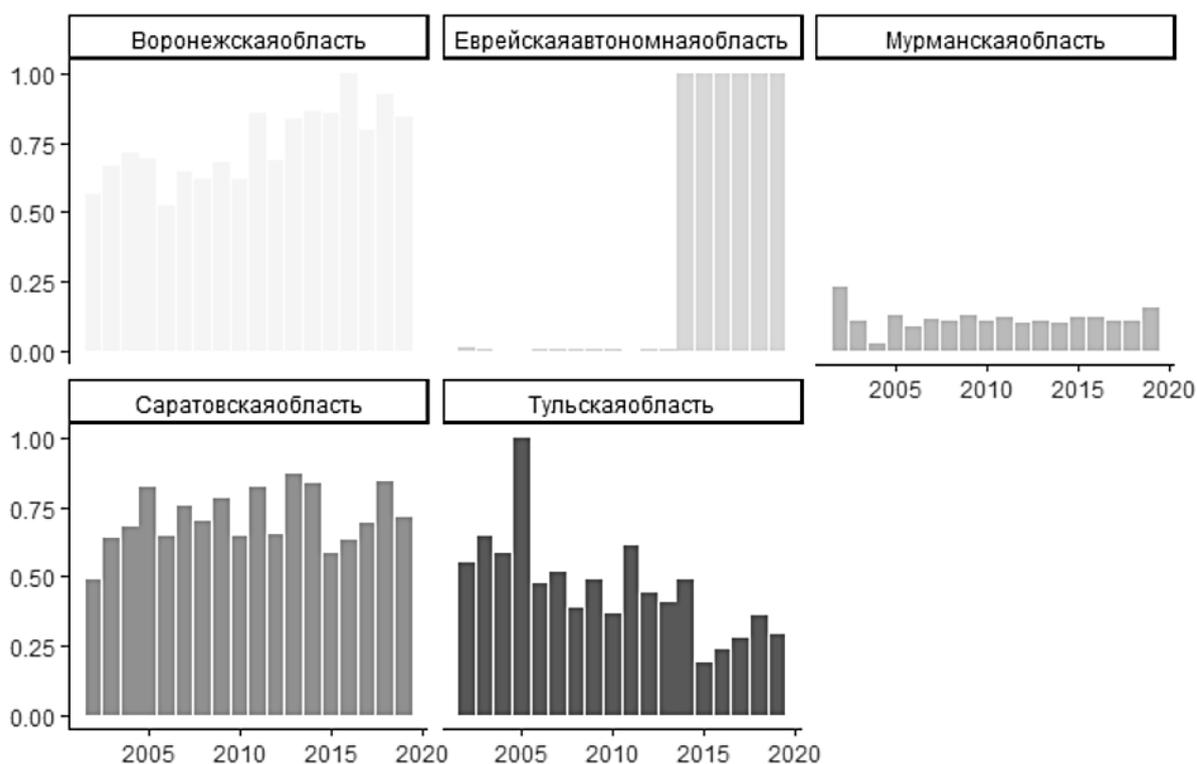


Рисунок 16. Отдача от масштаба по регионам. Источник: составлено автором.

## 8. DEA-модель с лагами

Для проверки устойчивости результатов для каждого из 10 лет – с 2005 по 2014 – была построена модель с лагами от 1 до 5 лет для выходных параметров. Например, для входов 2014 года было построено 6 моделей: с выходами 2014 года, 2015 года (первый лаг), 2016 года (второй лаг), 2017 года (третий лаг), 2018 года (четвертый лаг), 2019 года (пятый лаг). Временные лаги используются почти во всех работах на тему R&D (Hall, 1999; Ernst, 2001; Coad, Rao, 2008), однако порядок лагов варьируется. Так, (Chan, Lakonishok, Sougiannis, 2001) выбрали 4-летний лаг, (Hall, Jaffe, Trajtenberg, 2005) 2-летний лаг, (Hall, Mairesse, 1995) 1-летний лаг. В среднем, инновации коммерциализируются через 3 года. Это эмпирически проверяется и подтверждается в работе (Sougiannis, 1994): лаги

варьируются от 2,3 до 4,1 лет, в среднем составляют 3,4 года. Учитывая, что патентование – процесс сложнее и длительнее вывода продукта на рынок, в данной работе также проверялись 5-летние лаги.

Далее был сделан тест Колмогорова-Смирнова на равенство распределений эффективности для модели без лагов и с каждым из 5 лагов. Результаты показали, что распределения равны для всех лет, кроме 2012 (3 и 4 лаги), что позволяет утверждать, что результаты устойчивы, разницы в моделях с лагами и без нет.

### **Заключение**

Развитие РИС в России неравномерно: различия нельзя связать напрямую с географией и, как следствие, климатическими условиями и историческим контекстом. Решающим фактором в вопросе эффективности регионов все же является региональная политика и социально-экономический прогресс.

В результате исследования был составлен рейтинг инновационного развития российских регионов, а также были определены эффективные и аномальные регионы. Эффективные регионы (Москва, Татарстан, Московская обл., Самарская обл., Ивановская обл., Марий Эл) успешно используют свои ресурсы для достижения инновационного развития. Эффективность региона означает, что для конкретного набора входных и выходных параметров стратегия конкретного региона самая эффективная. В то же время, аномальные регионы требуют особого подхода и специфической инновационной политики для достижения необходимого уровня инновационного развития. Это Бурятия, Еврейская АО, Забайкальский край, Краснодарский край, Магаданская обл., Мурманская обл., Приморский край, Сахалинская обл., Тыва, Хакасия, Чечня, Чукотский АО, а также Костромская обл. и Ингушетия.

Исследование показало, что инновационная эффективность регионов России остается одним из ключевых факторов их социально-экономического развития. Повышение инновационной эффективности требует комплексного подхода, включающего меры на государственном и региональном уровнях, активное участие бизнеса, научных и образовательных организаций.

### **Литература**

1. Дежина И., Киселева В. (2007). «Тройная спираль» в инновационной системе России // Вопросы экономики. – №. 12. – С. 123-135.
2. Пилясов А.Н. (2012). Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания // Смоленск: Ойкумена.
3. Breschi S., Lissoni F. (2001). Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey // Industrial and corporate change. – Т. 10. – №. 4. – С. 975-1005.

4. Carayannis E. G., Grigoroudis E., Goletsis Y. (2016). A multilevel and multistage efficiency evaluation of innovation systems: A multiobjective DEA approach // *Expert Systems with Applications*. – T. 62. – C. 63-80.
5. Chan L. K. C., Lakonishok J., Sougiannis T. (2001). The stock market valuation of research and development expenditures // *The Journal of finance*. – T. 56. – №. 6. – C. 2431-2456.
6. Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units // *European journal of operational research*. – T. 2. – №. 6. – C. 429-444.
7. Chiesa V., Coughlan P., Voss C. A. (1998). Development of a technical innovation audit // *IEEE ENG MANAGE REV.* – T. 26. – №. 2. – C. 64-91.
8. Coad A., Rao R. (2008). Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach // *Research policy*. – T. 37. – №. 4. – C. 633-648.
9. Crescenzi R., Jaax A. (2017). Innovation in Russia: the territorial dimension // *Economic geography*. – T. 93. – №. 1. – C. 66-88.
10. Doloreux D., Parto S. (2004). Regional innovation systems: a critical synthesis.
11. Ernst H. (2001). Patent applications and subsequent changes of performance: evidence from time-series cross-section analyses on the firm level // *Research Policy*. – T. 30. – №. 1. – C. 143-157.
12. Etzkowitz H., Leydesdorff L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations // *Science and Public Policy*. – T. 24. – №. 1. – C. 2-5.
13. Gianella C., Tompson W. (2007). Stimulating innovation in Russia: the role of institutions and policies // *OECD Economics Department Working Papers*. – C. 1-47.
14. Griliches Z. (1992). Introduction to «output measurement in the service sectors» // *Output measurement in the service sectors*. – University of Chicago Press. – C. 1-22.
15. Hall B. H. (1999). Innovation and market value.
16. Hall B. H., Jaffe A., Trajtenberg M. (2005). Market value and patent citations // *RAND Journal of economics*. – C. 16-38.
17. Hall B. H., Mairesse J. (1995). Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms // *Journal of econometrics*. – T. 65. – №. 1. – C. 263-293.
18. Hansen J. A. (2001). Technology innovation indicators: a survey of historical development and current practice // *Innovation Policy in the Knowledge-Based Economy*. – C. 73-103.
19. Koopmans T. C. (1951). Efficient allocation of resources // *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. – C. 455-465.
20. Löf H., Heshmati A. (2006). On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis // *Economics of Innovation and New Technology*. – T. 15. – №. 4-5. – C. 317-344.
21. Perret J. K. (2014). Knowledge as a driver of regional growth in the Russian Federation // *Springer Berlin Heidelberg*.
22. Sougiannis T. (1994). The accounting based valuation of corporate R&D // *Accounting review*. – C. 44-68.
23. Zemtsov S., Kotsemir M. (2019). An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach // *Scientometrics*. – T. 120. – №. 2. – C. 375-404.

## Приложение

| 2015                 |       | 2016                 |       | 2017                 |       | 2018                 |       | 2019                 |       |
|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| Регион               | Место |
| Вологодская обл      | 1     | Брянская обл         | 1     | Архангельская обл    | 1     | Белгородская обл     | 1     | Белгородская обл     | 1     |
| г.Москва             | 1     | Вологодская обл      | 1     | Белгородская обл     | 1     | Брянская обл         | 1     | Брянская обл         | 1     |
| Еврейская АО         | 1     | Воронежская обл      | 1     | г.Москва             | 1     | г.Москва             | 1     | Вологодская обл      | 1     |
| Забайкальский край   | 1     | г.Москва             | 1     | г.Санкт-Петербург    | 1     | г.Санкт-Петербург    | 1     | г.Москва             | 1     |
| Ивановская обл       | 1     | Еврейская АО         | 1     | Еврейская АО         | 1     | Еврейская АО         | 1     | г.Санкт-Петербург    | 1     |
| Иркутская обл        | 1     | Забайкальский край   | 1     | Ивановская обл       | 1     | Ивановская обл       | 1     | Еврейская АО         | 1     |
| Карачаево-Черкесская | 1     | Ивановская обл       | 1     | Карачаево-Черкесская | 1     | Карачаево-Черкесская | 1     | Костромская обл      | 1     |
| Курская обл          | 1     | Иркутская обл        | 1     | Костромская обл      | 1     | Костромская обл      | 1     | Краснодарский край   | 1     |
| Калмыкия             | 1     | Карачаево-Черкесская | 1     | Краснодарский край   | 1     | Краснодарский край   | 1     | Курская обл          | 1     |
| МарийЭл              | 1     | Костромская обл      | 1     | Липецкая обл         | 1     | Курская обл          | 1     | Липецкая обл         | 1     |
| Татарстан            | 1     | Краснодарский край   | 1     | Московская обл       | 1     | Липецкая обл         | 1     | Московская обл       | 1     |
| Самарская обл        | 1     | Курская обл          | 1     | Омская обл           | 1     | Московская обл       | 1     | Пермский край        | 1     |
| Сахалинская обл      | 1     | Липецкая обл         | 1     | Пермский край        | 1     | Пермский край        | 1     | Ингушетия            | 1     |
| Томская обл          | 1     | Нижегородская обл    | 1     | Башкортостан         | 1     | Ингушетия            | 1     | Калмыкия             | 1     |
| Ульяновская обл      | 1     | Пермский край        | 1     | Ингушетия            | 1     | Калмыкия             | 1     | МарийЭл              | 1     |
| Чукотский АО         | 1     | Ингушетия            | 1     | Калмыкия             | 1     | МарийЭл              | 1     | Мордовия             | 1     |
| Костромская обл      | 2     | Калмыкия             | 1     | МарийЭл              | 1     | Мордовия             | 1     | Татарстан            | 1     |
| Белгородская обл     | 3     | МарийЭл              | 1     | Татарстан            | 1     | Татарстан            | 1     | Удмуртская           | 1     |
| Башкортостан         | 4     | Мордовия             | 1     | Самарская обл        | 1     | Самарская обл        | 1     | Чукотский АО         | 1     |
| Астраханская обл     | 5     | Татарстан            | 1     | Томская обл          | 1     | Удмуртская           | 1     | Ульяновская обл      | 2     |
| Воронежская обл      | 6     | Ростовская обл       | 1     | Чукотский АО         | 1     | Ульяновская обл      | 1     | Карачаево-Черкесская | 3     |
| Ингушетия            | 7     | Томская обл          | 1     | Иркутская обл        | 2     | Чукотский АО         | 1     | Иркутская обл        | 4     |
| Брянская обл         | 8     | Удмуртская           | 1     | Мордовия             | 3     | Воронежская обл      | 2     | Хакасия              | 5     |
| Нижегородская обл    | 9     | Ульяновская обл      | 1     | Брянская обл         | 4     | Рязанская обл        | 3     | Самарская обл        | 6     |
| Московская обл       | 10    | Чукотский АО         | 1     | Ульяновская обл      | 5     | Башкортостан         | 4     | Башкортостан         | 7     |
| Омская обл           | 11    | Ставропольский край  | 2     | Забайкальский край   | 6     | Саратовская обл      | 5     | Курганская обл       | 8     |
| Ростовская обл       | 12    | Белгородская обл     | 3     | Воронежская обл      | 7     | Свердловская обл     | 6     | Воронежская обл      | 9     |
| Оренбургская обл     | 13    | Московская обл       | 4     | Удмуртская           | 8     | Хакасия              | 7     | Ставропольский край  | 10    |
| г.Санкт-Петербург    | 14    | Самарская обл        | 5     | Нижегородская обл    | 9     | Кировская обл        | 8     | Псковская обл        | 11    |
| Липецкая обл         | 15    | г.Санкт-Петербург    | 6     | Курская обл          | 10    | Омская обл           | 9     | Ростовская обл       | 12    |
| Чувашская            | 16    | Астраханская обл     | 7     | Кировская обл        | 11    | Кемеровская обл      | 10    | Кемеровская обл      | 13    |
| Челябинская обл      | 17    | Оренбургская обл     | 8     | Оренбургская обл     | 12    | Тюменская обл        | 11    | Свердловская обл     | 14    |
| Удмуртская           | 18    | Башкортостан         | 9     | Рязанская обл        | 13    | Оренбургская обл     | 12    | Рязанская обл        | 15    |
| Амурская обл         | 19    | Омская обл           | 10    | Саратовская обл      | 14    | Нижегородская обл    | 13    | Кировская обл        | 16    |
| Мордовия             | 20    | Волгоградская обл    | 11    | Свердловская обл     | 15    | Иркутская обл        | 14    | Алтайский край       | 17    |
| СевернаяОсетия       | 21    | Рязанская обл        | 12    | Ростовская обл       | 16    | Ростовская обл       | 15    | Нижегородская обл    | 18    |
| Камчатский край      | 22    | Чувашская            | 13    | Курганская обл       | 17    | Курганская обл       | 16    | Оренбургская обл     | 19    |
| Свердловская обл     | 23    | Камчатский край      | 14    | СевернаяОсетия       | 18    | Алтайский край       | 17    | Челябинская обл      | 20    |
| Рязанская обл        | 24    | Свердловская обл     | 15    | Челябинская обл      | 19    | Псковская обл        | 18    | Омская обл           | 21    |
| Орловская обл        | 25    | СевернаяОсетия       | 16    | Тюльская обл         | 20    | Ярославская обл      | 19    | Новосибирская обл    | 22    |
| Курганская обл       | 26    | Кировская обл        | 17    | Тюменская обл        | 21    | Архангельская обл    | 20    | Саратовская обл      | 23    |
| Тюльская обл         | 27    | Саратовская обл      | 18    | Вологодская обл      | 22    | Челябинская обл      | 21    | Волгоградская обл    | 24    |
| Саратовская обл      | 28    | Тюменская обл        | 19    | Чувашская            | 23    | Вологодская обл      | 22    | Тюменская обл        | 25    |
| Кировская обл        | 29    | Тюльская обл         | 20    | Ярославская обл      | 24    | Ставропольский край  | 23    | Ивановская обл       | 26    |
| Тверская обл         | 30    | Амурская обл         | 21    | Владимирская обл     | 25    | Новосибирская обл    | 24    | Тверская обл         | 27    |
| Владимирская обл     | 31    | Курганская обл       | 22    | Саха(Якутия)         | 26    | Тверская обл         | 25    | Ярославская обл      | 28    |
| Саха(Якутия)         | 32    | Челябинская обл      | 23    | Астраханская обл     | 27    | Владимирская обл     | 26    | Астраханская обл     | 29    |
| Пермский край        | 33    | Псковская обл        | 24    | Псковская обл        | 28    | СевернаяОсетия       | 27    | Орловская обл        | 30    |
| Ярославская обл      | 34    | Владимирская обл     | 25    | Бурятия              | 29    | Кабардино-Балкарская | 28    | Приморский край      | 31    |
| Дагестан             | 35    | Ярославская обл      | 26    | Амурская обл         | 30    | Тюльская обл         | 29    | Чувашская            | 32    |
| Красноярский край    | 36    | Тверская обл         | 27    | Карелия              | 31    | Чувашская            | 30    | Кабардино-Балкарская | 33    |
| Псковская обл        | 37    | Орловская обл        | 28    | Тверская обл         | 32    | Астраханская обл     | 31    | Амурская обл         | 34    |
| Ставропольский край  | 38    | Карелия              | 29    | Хабаровский край     | 33    | Волгоградская обл    | 32    | Тюльская обл         | 35    |
| Тюменская обл        | 39    | Саха(Якутия)         | 30    | Дагестан             | 34    | Дагестан             | 33    | Тыва                 | 36    |
| Архангельская обл    | 40    | Бурятия              | 31    | Ставропольский край  | 35    | Амурская обл         | 34    | Дагестан             | 37    |
| Кемеровская обл      | 41    | Кемеровская обл      | 32    | Камчатский край      | 36    | Калининградская обл  | 35    | Тамбовская обл       | 38    |
| Кабардино-Балкарская | 42    | Новосибирская обл    | 33    | Волгоградская обл    | 37    | Орловская обл        | 36    | Адыгея               | 39    |
| Новосибирская обл    | 43    | Адыгея               | 34    | Пензенская обл       | 38    | Камчатский край      | 37    | Архангельская обл    | 40    |
| Бурятия              | 44    | Алтайский край       | 35    | Алтайский край       | 39    | Карелия              | 38    | Владимирская обл     | 41    |
| Магаданская обл      | 45    | Тамбовская обл       | 36    | Тамбовская обл       | 40    | Пензенская обл       | 39    | Пензенская обл       | 42    |
| Краснодарский край   | 46    | Калужская обл        | 37    | Ленинградская обл    | 41    | Тамбовская обл       | 40    | Новгородская обл     | 43    |
| Волгоградская обл    | 47    | Ленинградская обл    | 38    | Калужская обл        | 42    | Ленинградская обл    | 41    | Камчатский край      | 44    |
| Карелия              | 48    | Пензенская обл       | 39    | Орловская обл        | 43    | Красноярский край    | 42    | СевернаяОсетия       | 45    |
| Тамбовская обл       | 49    | Архангельская обл    | 40    | Новосибирская обл    | 44    | Калужская обл        | 43    | Калужская обл        | 46    |
| Алтайский край       | 50    | Новгородская обл     | 41    | Калининградская обл  | 45    | Хабаровский край     | 44    | Красноярский край    | 47    |
| Хабаровский край     | 51    | Хабаровский край     | 42    | Кемеровская обл      | 46    | Адыгея               | 45    | Калининградская обл  | 48    |
| Новгородская обл     | 52    | Дагестан             | 43    | Кабардино-Балкарская | 47    | Тыва                 | 46    | Карелия              | 49    |
| Калужская обл        | 53    | Кабардино-Балкарская | 44    | Новгородская обл     | 48    | Новгородская обл     | 47    | Коми                 | 50    |
| Смоленская обл       | 54    | Красноярский край    | 45    | Смоленская обл       | 49    | Забайкальский край   | 48    | Хабаровский край     | 51    |
| Ленинградская обл    | 55    | Калининградская обл  | 46    | Адыгея               | 50    | Коми                 | 49    | Смоленская обл       | 52    |
| Пензенская обл       | 56    | Коми                 | 47    | Красноярский край    | 51    | Приморский край      | 50    | Мурманская обл       | 53    |
| Адыгея               | 57    | Смоленская обл       | 48    | Мурманская обл       | 52    | Томская обл          | 51    | Ленинградская обл    | 54    |
| Коми                 | 58    | Хакасия              | 49    | Коми                 | 53    | Смоленская обл       | 52    | Забайкальский край   | 55    |
| Калининградская обл  | 59    | Мурманская обл       | 50    | Алтай                | 54    | Алтай                | 53    | Саха(Якутия)         | 56    |
| Мурманская обл       | 60    | Магаданская обл      | 51    | Хакасия              | 55    | Саха(Якутия)         | 54    | Томская обл          | 57    |
| Алтай                | 61    | Алтай                | 52    | Чеченская            | 56    | Мурманская обл       | 55    | Сахалинская обл      | 58    |
| Хакасия              | 62    | Сахалинская обл      | 53    | Магаданская обл      | 57    | Магаданская обл      | 56    | Чеченская            | 59    |
| Приморский край      | 63    | Чеченская            | 54    | Сахалинская обл      | 58    | Сахалинская обл      | 57    | Магаданская обл      | 60    |
| Чеченская            | 64    | Приморский край      | 55    | Тыва                 | 59    | Чеченская            | 58    | Алтай                | 61    |
| Тыва                 | 65    | Тыва                 | 56    | Приморский край      | 60    | Бурятия              | 59    | Бурятия              | 62    |

Таблица 17. Рейтинг регионов по эффективности, 2015-2019 гг. Источник: составлено автором.

| Год «до» | Год «после» | р-значение |
|----------|-------------|------------|
| 2002     | 2003        | 0,441      |
| 2003     | 2004        | 0,690      |
| 2004     | 2005        | 0,104      |
| 2005     | 2006        | 0,990      |
| 2006     | 2007        | 0,168      |
| 2007     | 2008        | 0,501      |
| 2008     | 2009        | 0,133      |
| 2009     | 2010        | 0,701      |
| 2010     | 2011        | 0,414      |
| 2011     | 2012        | 0,814      |
| 2012     | 2013        | 0,152      |
| 2013     | 2014        | 0,370      |
| 2014     | 2015        | 0,273      |
| 2015     | 2016        | 0,370      |
| 2016     | 2017        | 0,723      |
| 2017     | 2018        | 0,369      |
| 2018     | 2019        | 0,313      |

Таблица 18. Результаты теста Колмогорова-Смирнова. Источник: составлено автором.

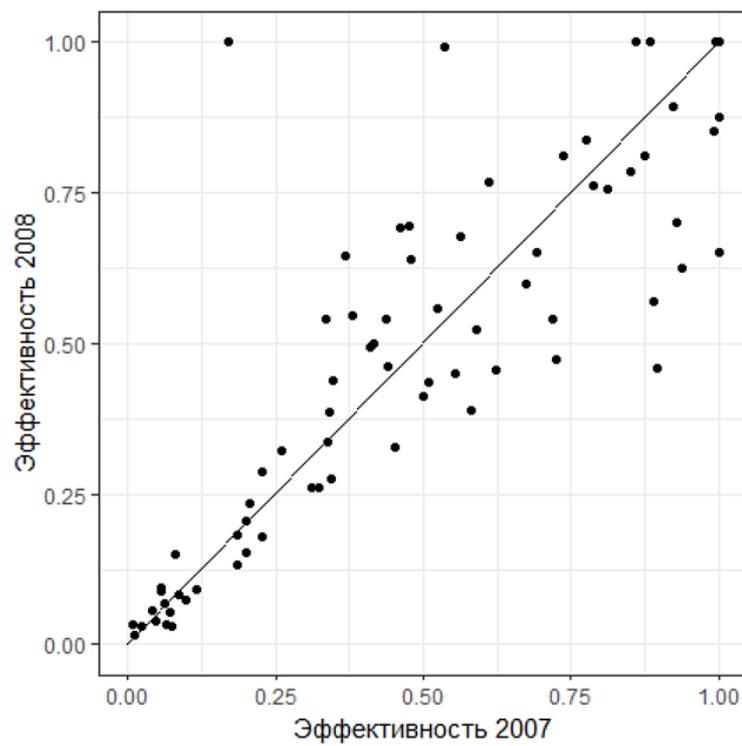


Рисунок 19. Эффективность в 2007-2008 годах. Источник: составлено автором.

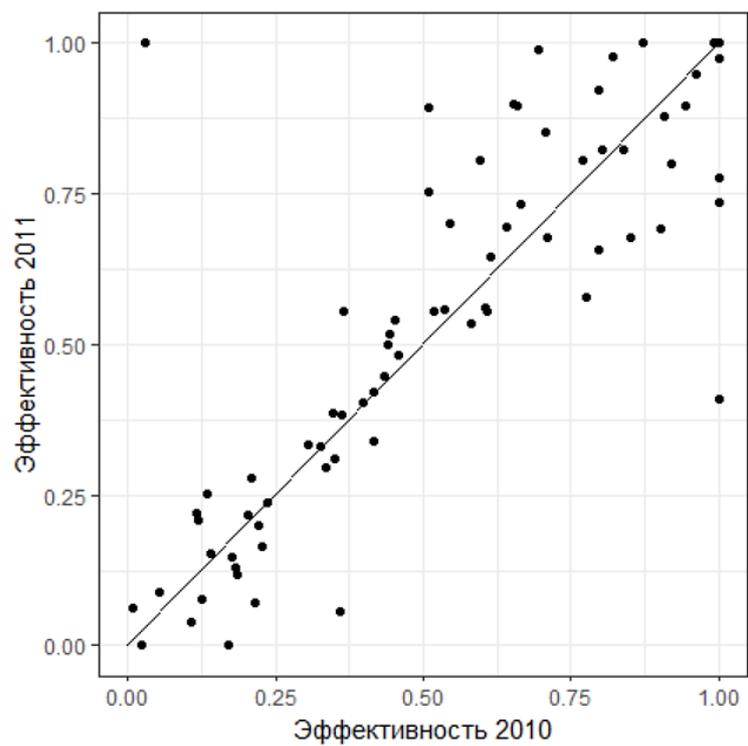


Рисунок 20. Эффективность в 2010-2011 годах. Источник: составлено автором.

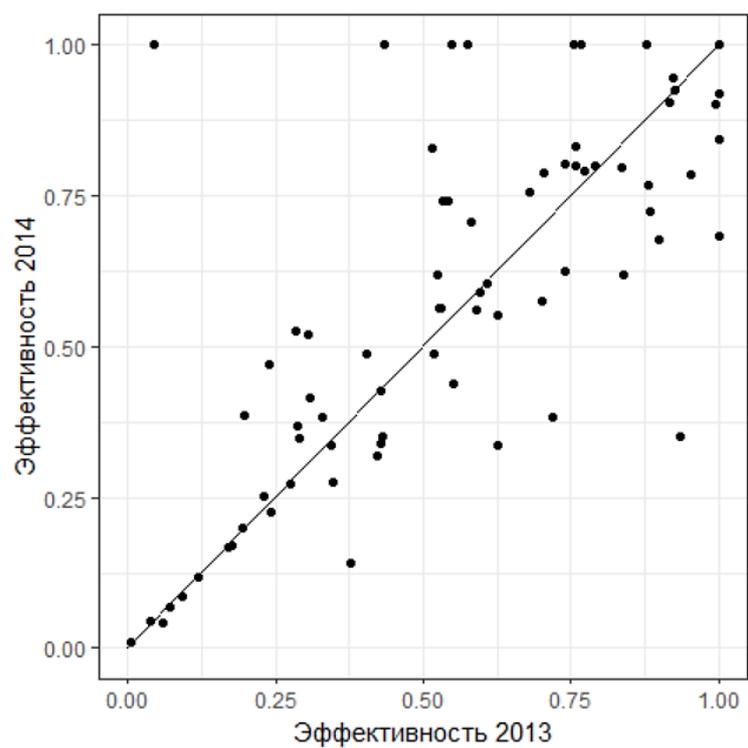


Рисунок 21. Эффективность в 2013-2014 годах. Источник: составлено автором.

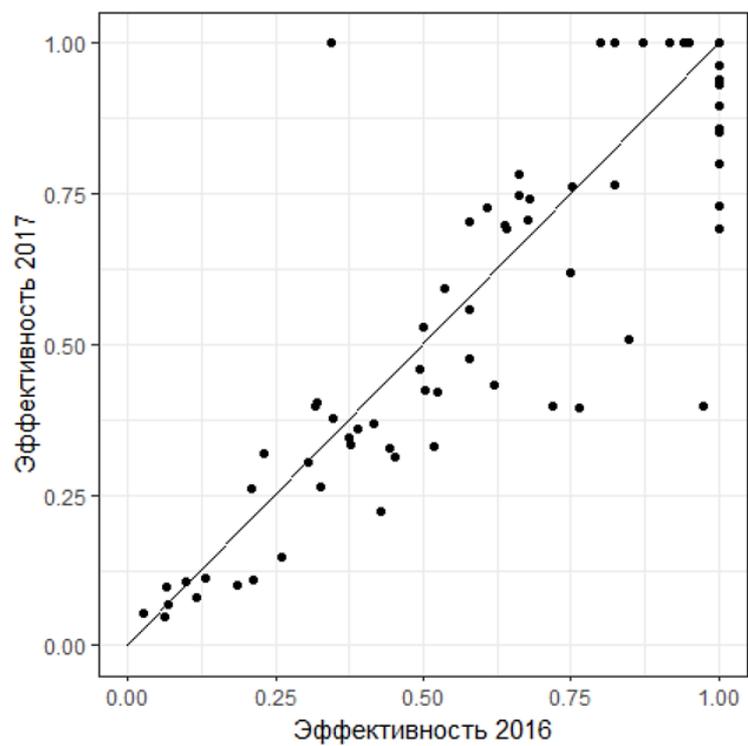


Рисунок 22. Эффективность в 2016-2017 годах. Источник: составлено автором.